

Bulletin
DE LA
SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

Come Douzième, Deuxième Série.

1854 A 1855.

PARIS,
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ
RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 34.

1855.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

Séance du 6 novembre 1854.

PRÉSIDENTICE DE M. D'ARCHIAC.

Le Président annonce six présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, juin à octobre 1854.

De la part de M. J.-J. Bianconi : 1^o *De mari olim occupante planities et colles Italiæ, Græciæ, Asiæ Minoris, etc., et de ætate terreni quod geologi appellant marnes bleues dissertationes*. Fasciculus 5, in-4, p. 136-193. Bologne, 12 février 1852.

2^o *Repertorio italiano per la storia naturale*, anno 1853, fascie. 2, in-8.

De la part de M. A. Burat : 1^o *De la houille. — Traité théorique et pratique des combustibles minéraux*, 4 vol. in-8, 482 p., 17 pl. Paris, 1851, chez Langlois et Leclercq.

2^o *Géologie appliquée. — Supplément sur les relations des gîtes métallifères avec les roches éruptives et sur la continuité des minerais en profondeur*, in-8, 112 p. Paris, 1853, chez Langlois et Leclercq.

De la part de M. le chevalier T.-A. Catullo, *Intorno ad una nuova classificazione delle calcarie rosse ammonitiche delle Alpi Venete* (extr. du vol. V *delle Mem. dell' I. R. Istituto Veneto di sc., letter. et arti*), in-4, 57 p., 4 pl. Venezia, 1853.

De la part de M. le docteur Emilio Cornalia, *Notizie zoologiche sul Pachypleura Edwardsii* (est. dal *Giornale dell' I. R. Istituto Lomb. di sc., lett. ed arti*), in-4, 16 p., 2 pl. Milano, 1854.

De la part de M. J. Cornuel, *Notice sur la cause des mouvements de rotation et de translation de la terre et des autres planètes, sur divers autres phénomènes auxquels elle donne lieu, et sur ses effets pendant les révolutions de la surface de certains corps planétaires*, in-8, 64 p. Paris, 1854, chez L. Martinet.

De la part de M. Gustave Cottean, *Études sur les Échinides fossiles du département de l'Yonne*, 4^he et 15^e livraisons, in-8.

De la part de M. Joseph Delbos : 1^o *Thèse de géologie : Essai d'une description géologique du bassin de l'Adour, suivi de considérations sur l'âge et le classement des terrains nummulitiques*, in-4, 162 p., 1 tabl., 2 pl. Bordeaux, 1854, chez Métreau.

2^o *Thèse de botanique : Recherches sur le mode de répartition des végétaux dans le département de la Gironde*, in-4, 45 p. Bordeaux, 1854, chez Métreau.

Ces deux thèses ont été soutenues, le 4 décembre 1854, devant la Commission d'examen de la Faculté des sciences de Paris.

De la part de M. J. Fournet, *De l'extension des terrains houillers sous les formations secondaires et tertiaires de diverses parties de la France* (extr. des *Mémoires de l'Académie des sc., bell.-lett. et arts de Lyon*, séance du 10 janvier 1854), in-8, 192 p.

De la part de M. Albert Gaudry, *Sur les environs du Bosphore de Thrace* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XI, p. 13, 1853), in-4, 7 p.

De la part de M. Scipion Gras, *Note sur le but et les moyens d'exécution des cartes agronomiques* (extr. des *Annales des mines*, t. IV, 1853), in-8, 35 p. Paris.

De la part de Edm. Hébert : 1^o *Note sur l'âge des sables blancs et des marnes à Physa gigantea de Rilly* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. X, p. 436, 1853), in-8, 49 p.

2^o *Observations sur l'argile plastique et les assises qui l'accompagnent dans la partie méridionale du bassin de Paris* (extr. du même *Bulletin*, 2^e sér., t. XI, p. 418, 1854), in-8, 24 p.

3° *Note sur une nouvelle espèce de Cirrhipède fossile* (Scalpellum Darwini, Héb.) (extr. du même *Bulletin*, 2^e sér., t. XI, p. 470, 1854), in-8, 2 p.

De la part de MM. Hæghens, Ch. Martins et Bérigny, *Annuaire météorologique de la France pour 1852*, 4^e année, grand in-8, 300 et 349 p.: 3 pl. Paris, 1853, chez Gaume frères.

De la part de M. Hardouin Michelin, *Note sur quelques Échinides fossiles* (extr. de la *Revue et magasin de zoologie*, n° 8, 1854), in-8, 4 p.

De la part de sir Charles Lyell, *New-York industrial exhibition. Special report*, in-f°, 50 p. London, 1854.

De la part de M. P.-A. Millet, *Paléontologie de Maine-et-Loire*, in-8, 487 p. Angers, 1854, chez Cosnier et Lachèse.

De la part de MM. Adrien Paillette et Restituto Alvarez Buyla : 1° *Plan général des mines de charbon de Ferroñes et de S. Firme*, 4 f. colombier.

2° *Plan et coupe des principales couches de Ablana-Macho et Cuesta au 21 décembre 1852; usine de Mierès, Asturies*, 4 f. colombier.

3° *Plan de détail des couches près des hameaux d'Ablana et de Rollo, fabrique de Mierès, Asturies, et de celles aux environs d'Anives et de Tudela, etc., Asturies*, 4 f. colombier.

4° *Plan et coupes du ruisseau d'Anieves*, 4 f. colombier.

5° *Carte industrielle du centre des Asturies*, 1 f. grand aigle.

De la part de M. Joseph Prestwich : 1° *On the structure, etc.* (Sur la structure des couches situées entre l'argile de Londres et la craie dans les systèmes tertiaires de Londres et du Hampshire, 2^e part., 2^e divis., séries de Wolwich et de Reading) (extr. du *Quart. journ. of the geol. Soc. of London*, février 1854, in-8, 470 p., 4 pl.).

2° *On some Swallow Holes, etc.* (Sur quelques cavités dans les montagnes crétacées près de Cantorbéry) (extr. du *Quart. journ. of the geol. Soc. of London*, mai 1854), in-8, 3 p.

De la part de M. le docteur Jules Tessier Rolland, *Histoire des eaux de Nîmes et de l'aqueduc romain du Gard*, t. IV,

2^e part., in-8, 860 p., 1 pl. Nîmes, 1853, chez Ballivez et Fabre.

De la part de M. A. Viquesnel, *Carte de la Thrace, d'une partie de la Macédoine et de la Macsie, dressée par M. A. Viquesnel, dessinée par Charle, géographe*, Paris, 1854, 1 feuille oblongue.

De la part de M. Carl Vogt, *Lehrbuch*, etc. (Traité de géologie et de paléontologie), in-8, II^e vol., 642 p., 14 pl. Braunschweig, 1854, chez Fr. Vieweg und John.

De la part de M. Demaria, *Geologia. — Considerazioni sopra la formazione dei massi granitici erratici dell' Italia, della Savoia et della Svizzera*, in-18, 4 p. Anceci, 1854, chez Burdet.

De la part de M. Carlo Giorgini, *Sui Fiumi*, etc. (Sur les fleuves et sur l'Arno dans la plaine de Florence, et considérations sur les progrès de la physique hydraulique), in-8, 230 p., 2 pl. Florence, 1854, chez Murat.

De la part de M. Stéphane Perrot, *Almanach des lignes télégraphiques*, in-18, 108 p. Paris, 1854, chez Plon frères.

De la part de M. G. Senès, *Cenni scientifici*, etc. (Aperçus scientifiques sur une théorie nouvelle pour expliquer l'existence des fossiles sur les montagnes, et rapports de cette théorie avec la formation tertiaire de la Sicile et les produits particuliers à cette île), in-8, 49 p. Palerme, 1854, chez B. Virzè.

De la part de M. Marcel de Serres : 1^o *De l'action exercée sur les roches par les mollusques perforants, et des moyens de distinguer cette action des effets produits par les agents extérieurs*, in-4, 37 p., 1 pl. Montpellier, 1854, chez Boehm.

2^o *Note additionnelle au mémoire sur l'action exercée sur les roches par les mollusques perforants*, in-4, 4 p. Montpellier, 1854, chez Boehm.

De la part de M. Eugène Sismonda, *Notizia storica*, etc., (Notice historique sur les travaux de la classe des sciences physiques et mathématiques pendant l'année 1853) (extr. des *Mém. de l'Ac. R. des sc. de Turin*, 2^e sér., t. XIV), in-4, 76 p., 1 pl. Turin.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1854, 1^{er} sem., n^o 26; 2^e sem., nos 1 à 18.

Annales des mines, 5^e sér., t. IV, 6^e livr. de 1853; t. V, 1^{re} et 2^e livr. de 1854.

Bulletin de la Société de géographie, 4^e sér., t. VII, 1854, nos 44 à 45.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. I^{er}, 1853, 2^e part., *Tableaux météorologiques*, f. 4 à 7 et 26 à 29; 1854, 1^{re} part., *Bulletin des séances*, f. 4 à 9 et 10 à 13. *Tableaux météorologiques*, f. 4 à 8.

Société impériale et centrale d'agriculture. — *Bulletin des séances*, 2^e série, t. IX, n^o 1, 1853; et n^o 5, 1854.

L'Institut, 1854, nos 1069 à 1087.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 7^e année, nos 69 à 72.

Mémoires de la Société d'agriculture, des sc., arts et belles-lettres du département de l'Aube, t. V, 2^e sér., nos 29 et 30, 1^{er} et 2^e trim. 1854.

Annales sc., litt. et ind. de l'Auvergne, t. XVI, 1853.

Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse, in-8, t. II, 1^{er} bulletin. Guéret, 1854.

Mémoires de la Société libre d'émulation du Doubs, 2^e sér., IV^e vol., 1853; V^e vol., 1854, 1^{re} livraisons.

Annales des sciences physiques et naturelles, d'agric. et d'industrie, publiées par la Soc. nat. d'agric., etc., de Lyon, 2^e sér., t. III, 1^{re} part., année 1850; 2^e part., année 1851; t. IV, 1852; t. V, 1853, in-8.

Mémoires de l'Académie nationale des sciences, belles-lettres et arts de Lyon. — *Classe des sciences, nouv. série*, t. 1^{er}, 1851; t. II, 1852. — *Classe des lettres, nouv. série*, t. 1^{er}, 1851; t. II, 1853.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n^o 125.

Mémoires de l'Académie de Stanislas (Nancy), année 1853.

Mémoires de la Société philomatique de Verdun, t. V, 1853.

Société vaudoise des sciences naturelles. — *Bulletin*, n^o 31, t. III, année 1853; n^o 32, t. IV, année 1854.

Mémoires de la Société royale des sciences de Liège, t. IX.

Société des sciences naturelles du grand-duché de Luxembourg, t. II, 1854.

Préavis de la Commission spéciale des mines du Jura,

adressé au Conseil exécutif du canton de Berne, in-8, 151 p., 3 tableaux. Porrentruy, 1854, chez Victor Michel.

The Athenæum, 1854, nos 1392 à 1409.

Proceedings of the royal Society, vol. VII, nos 2, 5 et 6.

Report, etc. (Compte rendu de la 23^e réunion de l'Association britannique pour l'avancement de la science, tenue à Hull en septembre 1853).

Sitzungsberichte, etc. (Comptes rendus des séances de l'Académie impériale des sciences de Vienne, classe des sciences mathématiques et naturelles), t. XI, année 1853, 1^{er}, 2^e et 5^e cah. ; t. XII, 1854, 1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e cah.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de l'Académie des sciences de Berlin), année 1853.

Monatsbericht, etc. (Compte rendu mensuel de séances de l'Acad. r. des sc. de Berlin), août à décembre 1853 ; et janvier à juillet 1854.

Zeitschrift, etc. (Journal de la Société géologique allemande), vol. V, 4^e cahier ; vol. VI, 1^{er} et 2^e cah.

Jahrbuch, etc. (Annuaire de l'Institut impérial géologique d'Autriche), 1853, 4^e année ; n^o 4 ; 1854, 5^e année, n^o 1.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouveau journal de MM. de Leonhard et Bronn, pour la minéralogie, la géognosie, la géologie et la paléontologie), année 1853, 7^e cahier ; année 1854, 1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e cahiers.

Jahreshefte, etc. (Feuilles annuelles de la Société des sciences naturelles de Wurtemberg), 6^e année, 1850, 3^e cah. ; 10^e année, 1854, 2^e cah.

Verhandlungen, etc. (Mémoires de la Société des sciences naturelles de la Prusse rhénane et de la Westphalie), par M. le professeur Budge, 11^e année, 1^{er}, 2^e et 3^e cahiers.

Jahresbericht, etc. (Compte rendu annuel des progrès de la chimie, de la physique, de la minéralogie et de la géologie), par MM. Justus Liebig et Hermann Kopp ; année 1853, 1^{er} cahier.

Systematisch, etc. (Catalogue méthodique, systématique et chronologique de tous les travaux et mémoires de la Société royale des sciences de Bohême), par M. Ign. J. Hanus, in-8, 80 p. Prague, 1854.

Verhandlungen, etc. (Mémoires de la Société des naturalistes de Bâle), in-8, 1^{er} cahier. Bâle, 1854.

Vierter Bericht, etc. (Quatrième compte rendu de la Société des sciences naturelles et médicales de la Hesse supérieure), in-8, Giessen, 1854.

Revista minera, nos 99 à 107.

The American journal of science and arts, by Silliman, 2^e sér., n^o 51, mai 1854.

The Proceedings of the American Academy of arts and sciences, vol. III, feuilles 1 à 13.

The Journal of the Bombay Branch of the royal Asiatic society, n^o 19, vol. V, janvier 1854.

M. Auguste Viquesnel fait don à la Société de 2 exemplaires de sa carte renfermant la Thrace, une partie de la Macédoine et de la Mœsie. Cette carte est encore inédite.

M. le marquis de Roys dépose sur le bureau une collection de fossiles et de roches qui proviennent des localités visitées par la Société géologique lors de la session extraordinaire de Valence en septembre dernier.

M. le général de la Marmora présente sa carte géologique de la Sardaigne et des coupes nombreuses de cette île. Il fait à ce sujet la communication suivante :

Sur la carte géologique de la Sardaigne, par M. le général A. de la Marmora.

Près de six lustres se sont écoulés depuis que je m'occupe de recherches sur l'île de Sardaigne ; aussi pourra-t-il paraître singulier à quelques personnes que le travail, dont je suis maintenant en mesure d'annoncer à la Société la prochaine publication, remonte à une époque aussi reculée.

La principale raison de ce retard provient des quatorze années que j'ai dû consacrer uniquement à la confection tout entière de la carte topographique de l'île ; il est vrai que durant ce long et pénible travail, pendant lequel j'ai parcouru dans tous les sens les monts de cette contrée presque inconnue, j'ai pu me faire une idée assez précise de sa charpente géologique ; mais, comme il est impossible à l'homme consciencieux de mener de pair deux opéra-

tions aussi distinctes que celle d'une triangulation et d'un relevé topographique, et celle de recherches géologiques, ce n'est que vers la fin de l'année 1845, c'est-à-dire à l'époque de la publication de ma grande carte de la Sardaigne, que je fus en mesure de reprendre sur le terrain les études géologiques que le travail du relevé du sol m'avait forcé d'ajourner. J'allais effectivement m'y livrer avec ardeur, lorsque les événements politiques des années 1848 et 1849 vinrent mettre un obstacle à mes projets; les charges qui me furent imposées alors et depuis m'interdirent toute sorte d'occupations scientifiques. Rentré enfin depuis deux ou trois ans dans la vie privée, je me trouve malheureusement en face d'une autre difficulté pour reprendre mes recherches sur les lieux; l'âge et toutes les infirmités qui l'accompagnent ne me permettant plus d'exécuter, à soixante-six ans, ces courses qui, à trente ans, m'étaient si chères et si faciles, je dois me borner à mettre en ordre, et au plus tôt, tous les nombreux matériaux qui pendant les trente-six dernières années s'accumulèrent dans mon portefeuille; heureux si leur publication prochaine peut être de quelque utilité à la science, et servir de guide aux personnes qui se proposeront de parcourir un jour la Sardaigne un marteau à la main.

J'ai l'honneur de présenter à la Société les principales planches dont se compose l'atlas de ma description géologique de la Sardaigne; ces planches sont en partie achevées; le travail de gravure des autres est près de son terme.

La carte géologique de l'île est dressée à la même échelle que la carte géologique de la France de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont; j'ai même adopté à peu près les mêmes couleurs conventionnelles pour la désignation des terrains.

Sur cette carte j'ai tracé 13 lignes droites qui passent par les points les plus importants, et c'est sur ces lignes que sont faites les coupes des terrains qui forment l'objet d'une planche particulière que j'ai l'honneur de présenter manuscrite à la Société.

Deux autres grandes planches sont destinées à représenter les phénomènes éruptifs les plus importants. Celle que j'ai l'honneur de soumettre à vos regards, messieurs, est entièrement gravée; on y reconnaît les phénomènes basaltiques et les dernières éjections volcaniques analogues à celles de l'Auvergne. J'ai consacré une carte spéciale à tout le bassin occidental de la Méditerranée, dont la Sardaigne occupe le centre; elle représente l'étendue de la mer à l'époque des dépôts du grès et des sables quaternaires; vous y verrez 37 coupes de ces terrains si uniformes que j'ai visités dans

ce bassin ; j'y ai joint la vue de la partie extrême du rocher de *Gibraltar*, où se trouve un de ces dépôts et où l'on voit dans la roche calcaire un de ces sillons horizontaux, élevés de 10 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer, qu'on a également rencontrés en Morée et ailleurs. Il est bon de remarquer que, parmi mes 37 coupes des grès quaternaires, il y en a trois qui sont prises hors du détroit de Gibraltar (*Tarifa, Santi-Petri et Cadix*), ce qui prouve que ce dépôt est postérieur à la rupture du détroit (si jamais elle a eu lieu). Dans la même planche, j'ai inséré une vue générale des collines de *Cagliari*, pour faire voir le phénomène de la plage soulevée, avec débris de poterie ; les coquilles et ces restes d'industrie humaine sont en bancs horizontaux et presque au niveau de la mer ; près du cap de *Saint-Elia* et au *mont de la Pace*, près de *Cagliari*, elles se trouvent portées à 60 mètres d'altitude.

Enfin, j'ai l'honneur d'exposer à la Société deux autres planches destinées à être placées en regard dans mon atlas ; elles représentent, en 10 figures, les deux îles de Corse et de Sardaigne dans leurs phases géologiques les plus importantes.

Dans la première, on voit le développement pris par les dépôts siluriens ; les deux lignes qui traversent ces dépôts se rattachent aux directions N. O. — S. E. et N. E. — S. O., qui paraissent avoir été les premières que prirent les strates de ces terrains et les filons qui les traversent ; cet exemple de deux mouvements successifs du sol se coupant à angle droit se renouvelle encore deux fois dans cette planche.

Les deux mouvements en question paraissent avoir été suivis d'un autre soulèvement dans le sens N. 15° O., S. 15° E., qui aurait fait surgir deux dépôts de combustible, à l'état d'anthracite : un dans la Corse, un autre en Sardaigne, ayant à peu près entre eux cette direction. Je ne saurais rien dire du dépôt de la Corse ; quant à celui de la Sardaigne, il paraît, d'après ses restes végétaux, se rapporter à l'époque des terrains houillers. Les grauwackes sur lesquelles les strates carbonifères reposent sont formées aux dépens des schistes siluriens et des filons de quartz ; jamais je n'ai trouvé de traces de roches granitiques.

La figure 2 représente l'apparition d'une immense bande granitique qui court du N.-O. de la Corse jusqu'au S.-E. de la Sardaigne, sans interruption. Elle paraît avoir pris la direction N. 5° (ou 7°) O., ce qui se rapprocherait de la direction du soulèvement du nord de l'Angleterre.

On voit dans la même figure deux espèces de bandes de por-

phyre rouge quartzifère, qui auraient pour direction moyenne celle du N.-N.-O. au S.-S.-E., ou du N.-O. au S.-E.

Il paraît que la grande bande granitique, qui imprime aux deux îles une direction N. 5° (7°) O., fut bientôt bordée à l'ouest par la mer, à peu près comme ces îles sont limitées aujourd'hui, et que deux dépôts du terrain oolitique, inférieur et moyen, se formèrent également dans cette direction.

Mais bientôt ces dépôts jurassiques furent suspendus, et, dans le centre et à l'est de la Sardaigne, il se forma une grande dépression, à peu près dans la direction O. 40° N., où s'enferma la mer qui déposait dans ce temps les assises du terrain oolitique supérieur; les bancs plus élevés de ces dépôts sont formés de calcaire magnésien.

Ce qui prouve que les limites orientales et occidentales de la Sardaigne après l'époque jurassique étaient alors à peu près celles que cette île a aujourd'hui, c'est que, tant à l'est qu'à l'ouest, on trouve de grands dépôts de calcaire créacé à Nérinées et à Hippurites, qui ne se rencontrent pas dans l'intérieur.

Ces dépôts furent ensuite soulevés par un grand mouvement dans le sens E. 40° N., que prirent plusieurs petites chaînes de la Corse et de la Sardaigne.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est que la base de ces dépôts vers l'est est dolomitique, tandis que du côté de l'ouest il n'y a pas de trace de dolomie.

Il est également curieux de voir que les assises les plus récentes du terrain oolitique supérieur soient magnésiennes, et que la dolomie forme au contraire la base du dépôt qui lui succède immédiatement dans l'île. Nous ferons remarquer que le granite est très développé dans toutes les régions orientales, et qu'il manque tout-à-fait vers l'ouest, où est le terrain créacé.

Un autre mouvement du sol, dans le véritable sens N. N. O., se trouve également indiqué dans notre figure 4; il a affecté spécialement la Sardaigne occidentale, et c'est encore dans ce sens qu'ont été soulevés plusieurs dépôts de l'oolite supérieure.

Dans la figure 5, nous indiquons un mouvement du sol sarde, qui s'est opéré à l'ouest de l'île, dans le sens O. — E.; il est antérieur aux terrains à Nummulites et à Milliolites, qui paraissent avoir été déposés dans les bassins produits par ce mouvement. Au dernier mouvement en succéda bientôt un autre dans une direction perpendiculaire, c'est-à-dire du nord au sud: c'est le système *sardo-corse* par excellence.

Ce mouvement a eu lieu après les dépôts nummulitiques; dans

notre figure 6, nous faisons spécialement ressortir le parfait alignement dans cette direction exacte N.-S. de trois des plus hautes cimes de la Sardaigne, et de leur parfait rapport avec la partie supérieure de la Corse; dans la même figure nous faisons également voir qu'une quantité de torrents et de ruisseaux de la Sardaigne semblent couler, du nord au sud et du sud au nord, dans des crevasses qui se trouvent sur ce même alignement.

J'attribue ce mouvement du sol corse à l'apparition des serpentines; quant à la Sardaigne, je suis tenté de croire que ce sont les roches dioritiques qui ont soulevé les granites le long de cette ligne, et qui y remplacent la serpentine.

Mais, à l'ouest de la grande chaîne granitique de la Sardaigne, il paraît s'être opéré une grande dépression (par suite de l'exhaussement de la partie centrale granitique), et c'est de cette dépression, toujours dans le sens N.-S., que s'épanchèrent de ce côté de l'île les grandes masses trachytiques.

La figure 7 fait voir comment, en suivant d'anciennes lignes de fracture dans les sens N. — S. et N. N. O. — S. S. E., surgirent, au milieu des trachytes anciens, des trachytes amphiboliques et phonolitiques, en même temps que la grande masse trachytique précédente s'ouvrait et donnait passage dans son sein à la mer subapennine.

Cette introduction de la mer tertiaire dans cette partie de la Sardaigne paraît s'être opérée progressivement du nord au sud. En Corse et dans la partie septentrionale de la Sardaigne, les fossiles subapennins sont encore mêlés à quelques espèces marines de l'époque miocène, mais plus bas, et à mesure que l'on suit le dépôt tertiaire dans le sud, les fossiles du terrain tertiaire moyen disparaissent, et ils font place à ceux du terrain supérieur ou subapennin. Notre figure 7 indique exactement les formes et les directions de ce curieux bras de mer tertiaire qui partage l'île dans une grande partie de sa longueur.

Dans la figure 8, nous avons tracé les dépôts basaltiques, et l'on y reconnaîtra que l'espace occupé par la lave basaltique correspond à celui qui, dans la planche précédente, est envahi par la mer subapennine.

Dans la côte orientale, les coulées basaltiques d'*Orosi* reposent également sur le dépôt subapennin horizontal; seulement, près de *Dorgali* et à *Bavi*, les basaltes ont coulé sur le calcaire crétacé ou sur le granite, mais toujours dans des points battus par les flots de la mer, ou tout près du rivage; on dirait que l'émission des basaltes de cette époque était en rapport intime avec les eaux de la

mer ; au reste, les coulées basaltiques de la Sardaigne sont, à notre avis, presque toutes sous-marines.

La figure 9 représente les îles de Corse et de Sardaigne pendant la période quaternaire ; on voit d'abord dans l'intérieur de cette dernière cette traînée de petits cratères éteints, qui ont paru après la dislocation des nappes basaltiques, et qui ressemblent à ceux de l'Auvergne.

Nous y avons également tracé deux lignes qui indiquent deux mouvements du sol sarde, qui auraient eu lieu après le morcellement des basaltes ; le premier, dans le sens O. 16° S., paraît se rattacher à une grande perturbation du globe déjà signalée ; il aurait produit, dans l'île de Sardaigne, le soulèvement de la chaîne du mont *Limbara*, et deux dépressions latérales, dont une vers le sud forme une grande vallée, et celle vers le nord serait le détroit actuel de *Bonifacio*, qui sépare les deux îles.

L'autre mouvement correspondrait au soulèvement du *Ténare*, dans la direction N. 20° O. ; il ne paraît s'être montré que dans la Sardaigne occidentale ; il aurait porté à 100 mètres de hauteur le grès quaternaire des environs d'Alghero ; il aurait desséché le grand canal du *Campidano*, vers le sud, en y laissant un lac salé ; et enfin, il aurait soulevé, près de Cagliari, la plage coquillière, portée à 60 mètres de hauteur, avec des fragments de poterie grossière, tandis qu'un peu plus loin ces dépôts sont restés horizontaux et presque au niveau de la mer.

A cette espèce de *cataclysme* du *Campidano*, nous croyons pouvoir rapporter l'accumulation des ossements dans les fentes du rocher de *Mont Reale*, près de Cagliari ; nous avons consacré une planche à cette brèche osseuse, maintenant détruite par les chaudières.

Ce dépôt osseux semble lié avec un autre dépôt de terre rouge ocreuse, que nous avons rencontré dans tout le pourtour de la Méditerranée et de ses îles ; il est superposé à notre grès quaternaire ; nous les avons également rencontrés ensemble au fort *Santi-Petri* et à *Cádiz*, au delà du détroit, ce qui est, à notre avis, très important.

Cette terre rouge peut être regardée comme le dernier dépôt général et uniforme qui ait été laissé par la mer avant la période actuelle.

La figure 10 et dernière de cette même planche représente la Corse et la Sardaigne dans leur état géologique actuel ; ces deux îles y sont tracées, ainsi que dans les figures précédentes, à l'échelle de deux millionièmes, c'est-à-dire à la même échelle que

celle de la petite carte géologique de la France en une feuille; ainsi les comparaisons de nos figures avec cette carte sont très faciles.

M. Ch. Sainte-Claire Deville rappelle qu'à Boulogne-sur-mer on voit très nettement le terrain jurassique discordant avec le terrain carbonifère.

M. Constant Prévost ajoute qu'à Boulogne le calcaire carbonifère a été perforé et que ses cavités ont été comblées par les sédiments des mers oolitiques. Ce fait démontre qu'un long espace de temps s'est écoulé entre la fin de la période carbonifère et le commencement de la période oolithiques.

M. Charles d'Orbigny croit devoir faire connaître que M. le général de la Marmorata a remis au Muséum une série de roches de la Sardaigne, qui figure au nombre des plus belles collections de la galerie de géologie.

M. Lory fait la communication suivante :

Note sur le terrain nummulitique du département des Hautes-Alpes, par M. Ch. Lory.

Le terrain nummulitique présente, dans le département des Hautes-Alpes, des difficultés particulières, qui tiennent non-seulement à la puissance de ce terrain, à la hauteur et à l'âpreté des montagnes qu'il constitue, mais encore à la rareté des fossiles, aux caractères minéralogiques qui lui donnent une grande analogie d'aspect avec le terrain jurassique, et surtout à ce qu'il repose immédiatement sur ce dernier, sans en être séparé par aucun intermédiaire bien caractérisé, comme cela a lieu dans d'autres contrées. Il ne faut donc pas s'étonner si l'étude de ce terrain est encore peu avancée; et il règne à son égard une telle incertitude, que récemment un géologue éminent a été conduit à rapporter au terrain jurassique une grande partie des masses qui, sur la *Carte géologique de la France*, sont indiquées comme appartenant à la formation nummulitique. Les études que j'ai pu faire jusqu'ici sont encore trop incomplètes pour que j'en puisse tirer des conclusions générales, applicables à toute cette partie des Alpes, mais les résultats que m'a fournis l'observation détaillée de quelques points particuliers m'ont paru assez intéressants pour être

communiqués à la Société, à titre de renseignements et de matériaux pour servir à un travail ultérieur.

La localité la plus favorable à l'étude du terrain nummulitique des environs de Gap est celle d'où proviennent les coquilles fossiles de la montagne des Combes, au-dessus de Saint-Bonnet. Je commencerai par la description de cette localité, qui a été visitée déjà par plusieurs géologues, mais dont l'examen détaillé présente aujourd'hui un plus grand intérêt, par suite du travail que MM. Hébert et Renevier viennent de faire sur les fossiles recueillis par moi sur cette montagne et sur celle de Faudon, et qui établissent l'identité de la faune des couches qui les renferment avec celle des Diablerets, de Pernant et d'Entrevernes, en Savoie, etc.

En remontant, depuis Saint-Bonnet (altitude 1021 mètres), la rive gauche du torrent qui passe au village des Combes, on marche pendant plus d'une heure sur des marnes jurassiques appartenant soit à la partie supérieure du lias, soit à la base de l'étage oxfordien, et l'on arrive au pied d'un grand escarpement d'où le torrent descend en cascades à travers des roches éboulées; le ravin prend en ce lieu le nom de *Serre de la Lauze* (carte de Bourcet) ou *la Lauzière*. On est alors à la base du terrain nummulitique; et, en passant sur l'autre rive du ravin, on se trouve à l'endroit où la présence de petites couches charbonnenses a donné lieu récemment à une tentative d'exploitation (altitude 1758 mètres). Les travaux ont été faits précisément dans les couches les plus riches en fossiles; et je dois en partie à cette circonstance d'y avoir trouvé un grand nombre d'espèces, dont plusieurs nouvelles ou inconnues encore dans cette localité.

C'est en ce point qu'on peut le mieux reconnaître la succession des couches. Dans le ravin, au-dessous de la galerie, on voit encore le terrain jurassique, représenté par des schistes friables, noirs, remplis de *Posidonies*: c'est, comme l'on sait, la partie inférieure de l'étage oxfordien.

Fig. 1.



Les couches plongent sous la montagne, c'est à-dire vers l'E., sous un angle de 30° au moins (*Ox.*, fig. 4); les couches nummulitiques, beaucoup moins inclinées, quoique dans le même sens, sous un angle de 40° seulement, reposent évidemment, en stratifications discordantes, sur les tranches de ces couches jurassiques. Immédiatement au-dessus des schistes à Posidonies, on trouve la série suivante :

1° Grès à gros grains et conglomérats formés de fragments énormes, roulés ou anguleux, la plupart de gneiss, provenant du massif de Chaillol-le-Vieil, d'autres calcaires, provenant des terrains jurassiques ou crétacés, quelques-uns siliceux, provenant probablement des rognons siliceux de la craie du Dévoluy; ces masses de conglomérats sont accompagnées de quelques couches de grès d'un grain moins grossier. Cet ensemble est dépourvu de fossiles et a une épaisseur très variable, qui atteint ici environ 20 mètres.

2° Couches argileuses, noires, schistoïdes et peu cohérentes, remplies de Cérithes (*C. plicatum*, *C. Castellini*, *C. elegans*, etc.), de Natices et divers autres gastéropodes, avec peu de bivalves; 2 à 3 mètres.

3° Grès marneux noir, plus solide, moins schisteux, contenant encore une assez grande quantité de Cérithes et de Natices, mais surtout beaucoup de coquilles bivalves (*Cyrena convexa*, *Cardium granulosa*, *Cytherea Filanove*, *Coralliophaga alpina*, etc.) dont le test est souvent revêtu d'un enduit de fer sulfuré; environ 4 mètres.

C'est dans ce grès que se trouvent intercalées trois petites couches charbonneuses, chacune de 1 à 2 décimètres de puissance; dans la galerie qui a été ouverte pour en essayer l'exploitation, deux de ces petites couches paraissent se réunir en une seule à une faible distance de l'affleurement. Le combustible est en général très impur et d'une combustion difficile; les parties les plus pures ont l'aspect de houilles très maigres; j'ai trouvé qu'elles donnaient, sur 100 parties, 21 de cendres, 65 de carbone et 14 de matières volatiles; ou, en considérant seulement les principes combustibles,

Carbone.	82,3
Matières volatiles.	17,7
	<hr/>
	100,0

associés à une proportion variable et toujours assez forte de cendres. Souvent aussi il renferme beaucoup de pyrite et tombe en

efflorescence au contact de l'air. Il y a peu d'espoir de tirer parti de ce gîte.

4° Grès plus dur, beaucoup moins charbonneux, avec petites Nummulites ; on y aperçoit aussi des coupes sinuées de coquilles qui ne paraissent être autre chose que les grosses Natices (*N. angustata* et *N. Studeri*), communes dans les couches n° 2, et plus communes encore à Faudon.

5° Calcaires à Nummulites, durs, compactes, d'un gris foncé ; ils sont associés à des calcaires de même structure, remplis de débris de polypiers, et contenant même de grands polypiers qui semblent avoir vécu sur place ; les couches les plus riches en polypiers ne paraissent pas contenir de Nummulites ; mais d'autres renferment à la fois des Nummulites et des polypiers.

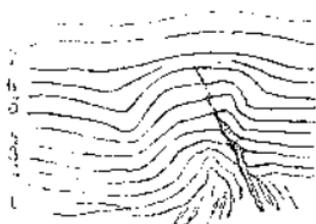
6° Couches marneuses, schistoïdes, blénâtres, sans fossiles, d'un grain très fin, ayant une grande analogie d'aspect avec les couches schisteuses du lias.

7° Grès grisâtre ou roux, à grains fins ou moyens ; il est suivi d'une grande épaisseur d'autres grès analogues ; les ravins qui descendent perpendiculairement du haut de l'escarpement en montrent la coupe d'une manière continue, mais la pente est trop roide pour qu'on puisse la suivre. On distingue très bien, dans la partie supérieure de l'escarpement, les singuliers grès mouchetés, dont les débris et les blocs éboulés recouvrent presque exclusivement le sol à ce niveau. Cependant ils sont accompagnés de quelques blocs de calcaire compacte avec Nummulites, qui semblent indiquer l'existence d'une deuxième assise de ce calcaire, intercalée dans les grès. Autant qu'on peut en juger à distance, la place de cette couche paraît en effet marquée, dans l'escarpement, entre les grès grisâtres auxquels nous nous sommes arrêté et les grès mouchetés supérieurs.

La puissance totale des assises 4, 5 et 6 réunies m'a paru être d'environ 50 mètres ; celle des grès est énorme et ne saurait être évaluée exactement.

Un peu au sud du point où nous venons d'établir cette coupe, les couches inférieures du terrain nummulitique sont bouleversées par un accident local qui les a plissées fortement, et par suite les a brisées et a déterminé la formation du ravin de la Lauze.

Fig. 2.



La figure 2 montre la manière dont les assises 1 à 5 sont affectées par ce dérangement local ; les grès supérieurs, n° 7, semblent rester étrangers à cette inflexion ; mais cette apparence résulte simplement de ce qu'ils sont sur un plan plus reculé que les couches inférieures et que le dérangement de celles-ci ne se continue pas dans l'intérieur de la montagne. Il n'y a donc là aucune discordance réelle de stratification entre les calcaires à Nummulites et les grès supérieurs.

La coupe dont nous venons de donner le détail est très nette, et la superposition des diverses assises qu'elle comprend ne peut laisser aucun doute ; leurs couches se dessinent sur un grand escarpement de la manière la plus claire ; elles plongent très régulièrement à l'E. sous une faible inclinaison et n'ont subi aucun bouleversement compliqué. Aussi, comme on va le voir, cette coupe peut servir de type pour l'étude de tout le terrain nummulitique de la rive droite du Drac.

En résumé, elle se compose des assises suivantes :

- 1° Grès et conglomérats inférieurs, sans fossiles ;
- 2° Marnes et grès coquilliers, avec Cérithes, Natices, etc. ;
- 3° Grès et calcaires compactes à Nummulites et à polypiers ;
- 4° Schistes argilo-calcaires bleuâtres, sans fossiles ;
- 5° Grès supérieurs, passant aux *grès mouchetés* ; cette dernière assise a plusieurs centaines de mètres de puissance et ne contient point de fossiles déterminables ; on y trouve seulement quelques traces d'empreintes végétales (fucoides?). Le caractère minéralogique tout particulier des *grès mouchetés* mérite d'être pris en considération ; je n'ai jamais rien vu d'approchant dans les grès appartenant à d'autres terrains, ni dans les grès nummulitiques inférieurs aux calcaires à Nummulites.

Le grand escarpement de la montagne des Combes, ou mont Queyrel, n'est que le commencement des escarpements semblables qui règnent sur la rive droite du Drac, depuis Saint-Bonnet jusqu'au confluent des branches d'Orcières et de Champoléon ; leurs

couches se continuent encore sans interruption dans les escarpements de la rive droite du Drac de Champoléon et de son affluent venant du vallon de Touron. L'assise des grès mouchetés règne dans toutes les hauteurs, tandis que vers le bas des escarpements se retrouvent constamment les grès et calcaires à Nummulites. Mais dans le détail des couches inférieures il y a des variations locales très nombreuses à de faibles distances, comme on va le voir par les exemples suivants :

En partant du Serre de la Lauze et suivant le pied des rochers, on marche toujours sur les tranches des schistes à Posidonies et on les retrouve bien à découvert dans un grand ravin au-dessus du hameau de Chaillolet. Là on voit encore une coupe bien nette de la base du terrain nummulitique, reposant en stratification discordante sur les mêmes schistes à Posidonies :

1° Conglomérats et grès plus ou moins grossiers, généralement peu cohérents; environ 20 mètres;

2° Grès très dur, rempli de Nummulites; grès et calcaires sableux, en gros bancs, formant un abrupt d'une vingtaine de mètres et contenant des Nummulites et des coquilles bivalves qu'on ne peut extraire; enfin 1 mètre environ de grès marneux, tendre, rempli de Nummulites et autres fossiles brisés, indéterminables;

3° Calcaires marneux fragiles, remplis de Nummulites, de poly-piers (*Trochosmitia*), etc.; environ 20 mètres;

4° Calcaires compactes à Nummulites, formant un abrupt de 15 mètres à peu près;

5° Calcaires marneux bleuâtres peu épais et marnes sableuses noires, friables, quelques mètres seulement; déjà presque complètement masqués par les débris des couches supérieures;

6° Grès grisâtres ou roux, passant bientôt aux grès mouchetés qui règnent sur tout le reste de la hauteur de la montagne.

Cette coupe ne diffère notablement de la première que par l'absence des minces assises coquillières et charbonneuses dont la place serait entre les n^{os} 1 et 2. Cette absence se remarquera du reste dans la plupart des localités que nous allons citer; les gîtes de coquilles qui, pour la plupart, appartiennent aux eaux douces ou saumâtres, ne se montrent que comme des accidents locaux, tandis que la présence des Nummulites est générale et constante.

En continuant à suivre le pied des grands escarpements, au-dessus des villages de Chailiol-l'Église et du Marron, on rencontre toujours, d'une part, les schistes à Posidonies, qui forment tout le sol du plateau cultivé, et d'autre part, les rochers formés des couches nummulitiques inférieures, reposant sur la tranche de

ces schistes. Dans ce trajet, on trouve continuellement, au bas des escarpements et dans le lit des grands ravins qui en descendent, des couches calcaires plus ou moins puissantes, plus ou moins compactes, remplies de Nummulites; directement au-dessus, des marnes sableuses noires, friables, ayant au plus une dizaine de mètres, puis la grande assise de grès qui leur est immédiatement superposée.

Sur la rive gauche du ravin qui va passer au village du Marron, on peut encore voir une coupe très nette de la base du terrain nummulitique; et je crois devoir la mentionner spécialement, parce qu'elle se trouve sur une des directions citées par M. Rozet dans ses *Coupes géologiques des Hautes-Alpes*, sur le trajet direct de Saint-Michel-de-Chaillol à la crête de la Cavale, et à la montagne qu'il désigne sous le nom de Soleil-Biou.

Immédiatement au-dessus de la dernière grange, à la limite supérieure des champs cultivés, on voit un affleurement de schistes très feuilletés, remplis de Posidonies, et dont les couches sont fortement inclinées; ce sont les schistes inférieurs de l'étage oxfordien, qui forment tout le plateau compris entre la rive droite du Drac et le pied des montagnes nummulitiques. Immédiatement au-dessus, en couches à peu près horizontales, se trouve la série d'assises suivante :

1° Conglomérat grossier, composé principalement de gros galets de calcaire noir, compacte, de silex pyromaque en fragments anguleux, mais contenant aussi beaucoup de quartz et de fragments de gneiss, même très volumineux; il est fortement cimenté par une pâte calcaire dépourvue de fossiles et n'a eu tout que 3 à 4 mètres d'épaisseur.

2° Calcaire sableux roussâtre, formant un banc de 1 mètre environ d'épaisseur, rempli de débris de fossiles, et surtout contenant beaucoup de Nummulites.

3° Calcaire marneux bleuâtre, schistoïde, avec beaucoup de petits débris de fossiles, tels que Peignes et coquilles turriculées indéterminables; je n'y ai pas vu de Nummulites sur ce point, mais sur la rive droite du grand ravin, au même niveau, et dans la même position géologique, on retrouve ces couches bleuâtres, schistoïdes, contenant les mêmes petits Peignes, etc., et beaucoup de Nummulites à leur base.

4° Marnes sableuses, noires, très schisteuses, couvertes par les éboulements des grès supérieurs; elles se retrouvent et se voient encore mieux, au-dessus des couches précédentes, sur la rive droite du torrent, où elles ont à peu près 10 mètres d'épaisseur.

5^e Grès grisâtres, à grains assez gros ou à grains moyens, généralement tendres, et se dégradant incessamment à l'air libre.

6^e Grès *mouchetés*; ils commencent à 350 mètres environ au-dessus du village du Marron, dont l'altitude est 1447 mètres, et continuent jusqu'à plus de 900 mètres au-dessus du même point; l'ensemble de ces grès et des précédents, qui ne forment avec eux qu'une seule et même assise, a près de 800 mètres d'épaisseur.

Si l'on rapproche la description de cette coupe de celle que M. Rozet a donnée de la même localité (*Bull.*, séance du 19 janvier 1852), il restera, ce me semble, bien évident que la grande masse de grès de l'escarpement de Chaillol, qu'il considère comme appartenant au terrain jurassique, n'est bien réellement que la partie supérieure du terrain nummulitique, ainsi qu'on l'avait toujours admis jusqu'ici. Mais, en présence de l'opinion émise par un géologue aussi éminent que notre savant confrère, il était nécessaire d'examiner en détail les localités citées par lui.

C'est qu'en effet, lorsqu'on est parvenu au sommet du grand escarpement de grès, à une altitude de 2355 mètres, il se présente subitement une difficulté, que je ne me hasarderai point à résoudre sans avoir revu attentivement les lieux, mais dont la solution, quelle qu'elle soit, ne me paraît pas devoir infirmer les conclusions à tirer des faits précédents et de ceux que nous citerons plus loin.

Au-dessus des dernières couches de grès, qui ont une faible inclinaison vers l'E. N. E., on trouve un talus peu étendu, occupé par des couches de calcaire marneux, schistoïde, d'un bleu noir, puis une grande masse abrupte de calcaires compactes, de même teinte, avec des nodules plus foncés, et quelques rognons de silex, qui forme la crête de *la Cavale*. Les couches de grès semblent s'enfoncer sous cette masse calcaire et la supporter de toutes parts; cependant il y a lieu de remarquer que les assises supérieures du grès ne paraissent pas notablement bouleversées, et semblent former des plans légèrement inclinés, tandis que les calcaires de la crête supérieure sont en couches visiblement arquées dans le sens N. O. — S. E., et assez fortement inclinées vers le N. E. J'ai cherché des fossiles dans ces calcaires: ils y sont extrêmement rares; je n'y ai vu aucune trace de Nummulites, et je crois y avoir aperçu un fragment d'Encrine et une portion d'empreinte d'Ammonite. Je serais donc porté à admettre, avec M. Rozet, que cette masse de calcaire compacte est du calcaire oxfordien; mais alors sa superposition apparente aux couches des grès nummulitiques

doit pouvoir s'expliquer par quelque bouleversement dont il est, je l'avoue, difficile de se rendre compte.

Parvenu au sommet de cette crête, à la première croix, on rencontre immédiatement au-dessus de ces calcaires compactes des macigno gris ou jaunâtres, très quartzeux; puis, en montant à la croix supérieure, des grès fins, micacés, noirâtres, schistoïdes; des calcaires marneux noirs et des marnes grumeleuses, sans fossiles: une couche de poudingue à fragments de calcaire compacte, roulés, arrondis, et formant impression les uns sur les autres. Le tout est incliné vers le N. E. sous un angle d'environ 30°. Immédiatement au-dessus du poudingue vient une marne noire, friable, remplie de *Cerithium plicatum*, puis des grès coquilliers durs, en gros bancs, des grès de diverses structures, non mouchetés; enfin des grès et calcaires sableux formant une assise assez puissante, remplis de Nummulites.

En avançant un peu plus loin, vers le N. E., ces couches sont extrêmement bouleversées et viennent buter contre la base d'un pic isolé, surmonté d'une croix, et situé au S.-E. du col qui conduit de la commune de Chaillol dans le vallon de Touron. De ce pic, dont la hauteur est de 2647 mètres, d'après mes observations, on domine presque tout le massif des grès et l'on aperçoit le vallon de Touron jusqu'à son débouché dans la vallée de Champoléon. Cette montagne m'a été indiquée par mes guides comme devant être celle que M. Rozet désigne sous le nom de Soleil-Biou, nom qui ne se trouve pas sur le cadastre de Saint-Michel-de-Chaillol. Elle consiste en effet en une masse isolée de calcaire compacte, analogue, par sa structure, au calcaire oxfordien, et ne contenant point de Nummulites; dans les débris qui recouvrent le sommet de ce pic, j'ai trouvé des fragments très reconnaissables d'*Ammonites plicatilis*, Sow., et d'*Aptychus imbricatus*; il y a tout lieu de croire que ces fossiles sont en place et que la roche est bien du calcaire oxfordien. Or, si l'on s'en rapportait aux apparences, on serait en effet porté à croire que cette masse calcaire, dont les couches sont à peu près horizontales, repose sur une assise de marnes schistoïdes sableuses, noirâtres, qui l'environnent à sa base, celles-ci sur des grès de teintes claires et des grès mouchetés, qui sont en couches presque horizontales au col même et immédiatement en dessous en descendant vers le Touron.

Ces grès, dont la puissance, de ce côté de la montagne comme du côté de Saint-Michel, est de 700 mètres au moins, s'élèvent à partir du col dans la direction du N., et constituent une grande crête qui se dresse contre la pyramide de gneiss formant le som-

met de Chaillol-le-Vieil. Entre ces grès et le gneiss, on doit retrouver les couches à Nummulites et les conglomérats inférieurs.

La neige qui couvrait encore cette partie de la montagne, à la fin de juillet, ne m'a pas permis de voir d'une manière bien complète la série des couches qui s'appuient immédiatement contre le gneiss du sommet; mais j'ai pu cependant arriver à l'endroit où une cabane avait été construite par les ingénieurs des ponts et chaussées (altitude 2731 mètres). J'ai vu dans cette localité, comme M. Rozet l'a indiqué, une assise de calcaires compactes, d'un gris foncé, contenant de grandes Huîtres, empâtées dans la roche; ce calcaire renferme beaucoup de fragments de gneiss, et passe, à sa partie inférieure, à une couche de poulingue à gros cailloux roulés de gneiss, qui repose immédiatement sur le gneiss lui-même. D'autre part, le calcaire s'enfonce bien manifestement sous la masse des macignos, grès divers et grès mouchetés. Il contient, outre les grandes Huîtres, beaucoup de débris de fossiles peu déterminables, mais qui rappellent complètement ceux des calcaires à Nummulites; et, dans les échantillons que j'ai rapportés de cette localité, on aperçoit, je crois, de petites Nummulites et beaucoup d'autres foraminifères dont les formes sont toutes tertiaires, et qui ne se montrent jamais dans les calcaires jurassiques, mais accompagnent presque constamment les Nummulites.

Du reste, en supposant même que ces derniers fossiles ne se trouvent pas sur ce point, l'âge de ces couches calcaires est aisé à déterminer. En effet, de la Cabane des ingénieurs, je suis descendu dans le vallon de Touron en restant constamment sur cette même assise de calcaire compacte; elle est inclinée dans le haut d'environ 45°, et s'appuie à gauche sur le gneiss, tandis qu'à droite, dans le ravin qui prend naissance à la Cabane, elle sert de base aux grès. A mesure que l'on descend, l'épaisseur de cette assise calcaire va en augmentant, et bientôt on y trouve des Nummulites. Les couches, de moins en moins inclinées, finissent par devenir horizontales dans le centre du vallon et viennent former la corniche d'où tombe la grande cascade de Touron; là elles sont remplies de Nummulites. A quelques pas sur la gauche, elles passent à des brèches qui reposent sur des spilites et sur le gneiss, tandis qu'au-dessus d'elles la série des grès forme toute la hauteur comprise entre la cascade et le col. Voilà donc encore de ce côté de la montagne, comme du côté de Saint-Michel, la masse des grès qui repose sur des couches de calcaire à Nummulites; seulement, au lieu de s'appuyer ici sur les schistes oxfordiens, le terrain nummu-

litique s'appuie sur le gneiss, ailleurs sur des masses de spilites, et enfin, à la cascade de Touron, sur les schistes argilo-calcaire du lias. Ainsi, loin d'offrir une liaison intime avec le terrain jurassique, le terrain des grès mouchetés et macignos, c'est-à-dire le terrain nummulitique, repose indifféremment, à de petites distances, sur des formations très diverses, qui étaient toutes bouleversées bien avant son dépôt, et dont il renferme du reste les fragments souvent volumineux, empâtés dans ses conglomérats. Ce fait est important à noter, surtout à l'égard des spilites, auxquels on a supposé souvent une origine plus récente, mais qui, dans mon opinion, sont contemporains des plus anciens bouleversements que le lias ait subis dans les Alpes du Dauphiné.

En descendant le vallon de Touron, depuis la cascade jusqu'au débouché dans la vallée de Champoléon, on a constamment sur la droite un escarpement formé par les couches de grès, presque horizontales, ou du moins faiblement redressées vers le N., et à la base de cet escarpement un talus formé par des schistes argilo-calcaires à Bélemnites, en couches fortement relevées, souvent presque verticales. Les grès reposent donc bien évidemment, en stratification discordante, sur les tranches des couches du lias. A l'issue du vallon, sur la rive droite, en face du hameau des Fermans, on trouve la coupe suivante :

Talus formé de lias feuilleté, noir, en couches inclinés de 45° au moins vers le S.-E. ; les couches suivantes, faiblement inclinées, reposent évidemment sur les tranches de celle-ci.

Grès non grossiers, bientôt même assez fins, où l'on trouve presque immédiatement des Nummulites en quantité.

Assise peu épaisse de calcaire compacte, également remplie de ces fossiles.

Grès de structures diverses, au milieu desquels on trouve même bientôt des grès *mouchetés*, d'autres fins, micacés, noirâtres, charbonneux ; à mesure qu'on s'élève, les grès mouchetés deviennent prédominants et forment toutes les parties supérieures de la montagne.

A partir de ce point, jusqu'au confluent des Dracs de Champoléon et d'Orcières, les grès nummulitiques forment tout le côté droit de la vallée de Champoléon, et leurs couches y sont à peu près horizontales, tandis que de l'autre côté de la vallée, au-dessus des Borcls et à Méauillon, ils sont très bouleversés et s'appuient, comme dans le vallon de Touron, sur des lambeaux de lias ou sur le terrain primitif.

Au confluent des Dracs, à partir du pont, on observe encore une coupe intéressante de la base du terrain nummulitique.

Toute la hauteur de l'escarpement, en face du pont, est formée de grès et macignos, grès mouchetés dans le haut, etc. Sur le chemin, en descendant la série des couches, on trouve successivement :

1° Grès quartzeux en gros bancs ;
 2° Grès schistoïdes avec parties charbonneuses ;
 3° Schistes argilo-calcaires fissiles, bleuâtres, sans fossiles, pouvant être exploités comme ardoises ;

4° Calcaires noirs, compactes, remplis de Nummulites ;

5° Calcaire plus marneux, où les Nummulites sont encore plus abondantes ; il y en a de petites et de grandes (*N. striata* et *N. contorta*, les deux espèces que l'on trouve à Faudon) ; elles sont accompagnées d'Operculines et de beaucoup de débris non déterminables de mollusques et de polypiers ;

6° Conglomérat grossier, formé de cailloux granitiques, de gneiss, de quartz, de *spilites*, enfin de calcaires secondaires ; épais seulement de 3 mètres ;

7° Grès micacé noir, à grain assez fin, en gros bancs, 2 mètres ; grès fin, violacé, 0^m,70 ; poudingue violacé, 0^m,70.

8° Schiste ardoisier très feuilleté, ne se liant nullement avec les grès et conglomérats précédents, lesquels même, autant qu'on peut en juger sur un petit espace, paraissent reposer sur la tranche de ses couches ; cette roche a tous les caractères habituels des schistes du lias, qui forme encore ici la base du dépôt nummulitique.

Les calcaires remplis de Nummulites peuvent être suivis, à partir de ce point, vers les hameaux de la Coche et de Saint-Nicolas, et on les retrouve dans les hauteurs de ce côté du Drac, en face du Pont-du-Fossé ; là ils sont extrêmement bouleversés et paraissent du reste se rattacher d'une manière continue avec les couches à Nummulites, non moins bouleversées, qui s'appuient sur les crêtes de Soleil-Biou et de la Cavale.

Il nous paraît résulter clairement de ce qui précède que, sur la rive droite du Drac, ou, en d'autres termes, dans le massif du Chaillol, le terrain nummulitique a bien toute l'extension qui lui est assigné sur la *Carte géologique de la France* ; que la grande masse de grès qui forme les escarpements de ces montagnes n'est que la partie supérieure de ce terrain, et qu'elle repose toujours sur des couches plus ou moins développées, remplies de Nummulites ;

qu'au-dessous de celles-ci il y a en général une assise peu épaisse de grès et conglomérats grossiers; et qu'enfin le terrain nummulitique repose indifféremment et en stratification discordante sur l'oxfordien, sur le lias, sur les spilites ou sur le gneiss. Quant aux faits locaux que présentent les montagnes de la Cavale et de Soleil-Biou, il nous paraît probable qu'ils pourront s'expliquer par quelque bouleversement qui aura fait surgir en quelque sorte, au milieu des grès nummulitiques à peine dérangés, un lambeau de calcaire oxfordien, entraînant après lui la partie inférieure du terrain nummulitique qui repose encore sur ces sommités. Dans tous les cas, je le répète, ces difficultés exceptionnelles ne peuvent pas infirmer la conclusion qui découle immédiatement de tout ce qui précède.

Entre le Drac et la Durance, le terrain nummulitique est encore plus difficile à étudier d'une manière complète, par suite des masses énormes de débris qui recouvrent les parties inférieures des montagnes; sauf le gîte de fossiles de la montagne de Faudon, qui est un petit lambeau isolé et très bouleversé, et de l'observation duquel on ne peut guère tirer de conséquences stratigraphiques, je ne connais pas d'endroits dans ce massif où l'on ait indiqué positivement l'existence des Nummulites. Cependant je peux citer ces fossiles sur des points qui offrent encore un certain intérêt.

Près du Pont-du-Fossé, sur le chemin d'Ancelle, on exploite une carrière d'ardoises dont les couches, inclinées d'environ 60°, plongent à l'E. sous une énorme série de grès et de schistes très variés, formant la montagne de la rive gauche du Drac. Ces ardoises sont d'un bleu foncé, qui en peu de temps, par l'exposition à l'air, passent à une teinte nankin, par suite de la transformation du sulfure de fer en peroxyde hydraté; les ardoises provenant des schistes du lias n'éprouvent pas ce changement de couleur. L'assise d'ardoises a une épaisseur de 15 à 20 mètres; elle ne renferme pas de fossiles; le toit en est formé par de gros bancs de grès quartzeux; elle repose au contraire, à la base de la carrière, sur des calcaires noirs contenant des Nummulites, des Turbinolites et autres polypiers et quelques débris de coquilles. Sous ces calcaires compactes, qui ont à peu près 10 mètres d'épaisseur, on voit encore le commencement d'une assise de grès inférieurs qui se lieut intimement avec eux; mais les débris qui couvrent le bas de la côte ne permettent pas de voir ces grès sur plus de 2 mètres de hauteur. D'après cette coupe, il nous paraît bien probable que les couches d'ardoises du Pont-du-Fossé correspondent aux

couches n° 3 de la coupe du confluent des Dracs; au n° 3 de la coupe au-dessus de Saint-Michel-de-Chaillol et du Marron; au n° 6 de la coupe du Serre de la Lauze ou ravin des Combes. Les ardoises du Pont-du-Fossé et la montagne de grès dont elles forment la base reposent donc sur des calcaires à Nummulites; et sur ce point encore la détermination de l'âge du grand système de grès ne paraît pas devoir laisser de doute.

Dans la vallée de la Durance, au-dessus de Mont-Dauphin, le terrain jurassique renferme de puissantes assises de grès intercalées entre les assises calcaires et recouvertes en dernier lieu par une grande masse de calcaires compactes. Mais ces grès, qui ont un très grand développement, à l'Argentière, par exemple, sont bien distincts des grès nummulitiques, qui sont relégués dans les hautes régions, sur un plan bien plus éloigné de la Durance. Ainsi on trouve ces derniers dans le haut du vallon de l'Argentière, en allant vers le col de l'Alp-Martin; et à leur base on voit encore des couches remplies de Nummulites, qui n'ont été signalées par M. J. Thevenet, ingénieur civil. Dans le val de Fraissinière, on voit, au village même de ce nom, la grande masse des calcaires jurassiques, supérieurs aux grès de l'Argentière, s'enfoncer sous une nouvelle série de grès tous différents, de *macignos* généralement peu consistants, alternant avec des couches schisteuses, noirâtres: ce système forme tout le haut du vallon et les crêtes, élevées d'environ 3000 mètres, qui le dominent de toutes parts. Au-dessus de Dormillouze, on aperçoit, au milieu de ce cirque de montagnes de grès, un affleurement peu étendu de gneiss; et immédiatement au-dessus, on trouve, comme dans le massif de Chaillol, d'abord un conglomérat grossier, formé de fragments de gneiss, roulés ou anguleux, mêlé de fragments calcaires, etc., environ 10 mètres; puis un grès à ciment calcaire contenant des Nummulites; des grès quartzeux, des grès schistoïdes et couches d'ardoises grossières; et ensuite, en montant vers le col qui conduit à Orcières, des grès très variés, la plupart un peu schisteux, charbonneux, contenant des empreintes végétales indéterminables; d'autres durs, quartzeux, montrant, pour le dire en passant, de magnifiques surfaces polies et striées, dans le fond et sur les bords de la vallée. On retrouve de semblables surfaces jusqu'au débouché du vallon de Fraissinière, en face de la Durance.

Lorsqu'on est au col qui conduit de Dormillouze à Orcières, on domine tout le bassin du Drac de gauche ou Drac d'Orcières, et l'on n'aperçoit dans ce grand amphithéâtre de montagnes, sur une

différence de niveau de 1500 mètres au moins, qu'un immense développement des grès sur lesquels on vient de monter de l'autre côté du col. Nous venons de voir ceux-ci, renfermant des Nummulites à leur base et reposant directement sur le gneiss; ils paraissent s'enfoncer sous les couches du bassin d'Orcières qui leur seraient par conséquent encore supérieures. En descendant du col à Orcières, on trouve des assises d'ardoises et des couches de calcaires compactes, qui alternent avec les grès à diverses reprises; mais je n'y ai point vu de fossiles.

Par suite de la présence des Nummulites à la base des grès dans toutes les localités que nous avons citées, on voit que la difficulté relative à la détermination de l'âge de ce grand système de couches se trouve resserrée de plus en plus et restreinte aux montagnes situées entre Orcières et Embrun. J'ai franchi ce massif en passant par le col des Tourettes. Du côté d'Orcières, on rencontre des alternances nombreuses de grès, de schistes ardoisiers, de schistes noirs, charbonneux, et de calcaires sans fossiles; au col même, cette série se termine par des calcaires gris foncé, en bancs peu épais, alternant avec des couches schistoïdes marneuses et avec des grès grisâtres, qui jaunissent à l'air. Dans les couches schistoïdes, on trouve abondamment les empreintes contournées signalées par M. Rozet, et qu'il désigne sous le nom de *Myrianites*; mais je n'ai pu y trouver aucune autre trace de fossiles. L'assise des calcaires à *Myrianites* forme les roches abruptes du col, simulant deux grosses tours; elle s'étend, à ce niveau, sur tous les sommets environnants, et en particulier sur celui de Montfred, dans la direction du S. O.; et, comme l'indique M. Rozet, elle paraît constituer l'assise la plus élevée de tout le terrain qui compose ces montagnes. En descendant du col des Tourettes vers Châteauroux et Embrun, on retrouve un énorme développement de grès, alternant avec des schistes argilo-calcaires et avec des calcaires compactes; mais je n'ai pu encore y trouver aucun fossile. Envisagé du côté d'Embrun, le système des grès, surmonté des calcaires à *Myrianites*, semble succéder au lias, sans qu'on puisse établir la délimitation d'une manière tranchée; aussi, quoique la continuité de cette formation avec les grès de Dormillouze, de Champoléon et du Pont-du-Fossé ne me semble pas souffrir beaucoup de doutes, je n'émettrai pour le moment aucune opinion sur l'extension du terrain nummulitique dans cette partie des Hautes-Alpes.

M. Desor rappelle que la Suisse présente des superpositions

semblables à celles que M. Lory vient de faire connaître dans les Hautes-Alpes.

M. de Verneuil ajoute que les macignos d'Italie, comme le flysch de la Suisse, reposent sur les terrains nummulitiques. En Espagne il a retrouvé les mêmes superpositions.

M. de La Roquette annonce que M. de Saussure est sur le point d'entreprendre un voyage scientifique dans le Mexique. M. de Saussure sera présent à la prochaine séance : il recevra avec empressement les instructions géologiques qui pourront lui être données.

Le secrétaire lit la lettre suivante de M. Marcou.

Boston, 7 août 1854.

Dans ma dernière lettre, j'ai dit qu'il n'existait pas *trace* de terrain créacé dans les *rocky mountains*; cela n'est pas exact; il y a des assises dans la vallée du rio Grande del Norte, qui sont horizontales et qui par conséquent se sont déposées après la dislocation principale des Montagnes - Rocheuses, et qui renferment des fossiles non-seulement créacés, mais bien plus, qui indiquent que les strates de grès blancs et d'argile grise sont les équivalents de la *craye blanche* d'Europe, fait nouveau en Amérique, où l'on n'avait reconnu jusqu'à présent que les équivalents du *green sand* et du *marly chalk*. Ayant rencontré les équivalents du *néocomien* et du *white chalk* dans ce voyage, il s'ensuit que le créacé américain se trouve composé de quatre groupes principaux, comme en Europe. Les fossiles que j'ai rencontrés dans cette *craye blanche* américaine sont des débris d'*Ammonites*, des *Scaphites*, des *Inoceramus* et des dents de *Ptychodus*. Je pense que Frédéric Roemer, de Bonn (Prusse), a constaté aussi l'équivalent de la *craye blanche* au Texas; du moins on me dit que cela est dans le livre qu'il a publié sur la géologie du Texas. N'ayant pas encore vu ce livre, je ne puis dire si ces couches du Texas sont les mêmes que celles que j'ai trouvées dans le Nouveau-Mexique.

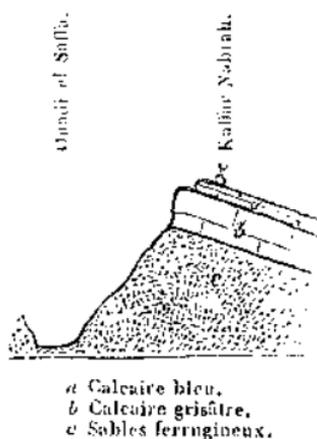
M. Albert Gaudry communique l'extrait suivant d'une lettre qui lui a été adressée par M. Gaillardot, médecin de l'hôpital de Saida (Syrie).

Saïda, 16 mai 1854.

Pendant mon séjour à Damas, j'ai étudié les couches calcaires dont est formée la montagne appelée Djebel Kaïsoûn qui domine la ville. J'ai recueilli une série de roches que j'enverrai prochainement à Paris, et j'y joindrai la coupe des montagnes de Damas. Ces montagnes sont constituées par la partie tout à fait supérieure des calcaires marneux qui forment la partie la plus superficielle du terrain libanien : ils ne renferment aucunes traces de fossiles. J'enverrai aussi quelques échantillons des calcaires bitumineux de Nebi-Moussa, entre la mer Morte et Jérusalem ; ces échantillons et les numéros qu'ils portent se rapportent à un mémoire que j'ai écrit, il y a quelques années, sur la dépression de la mer Morte et son enfoncement au-dessous du niveau de la Méditerranée (1).

C'est un vrai chaos que le Liban. Je n'ai point oublié notre discussion sur la position des calcaires compactes qui sont bleus à l'intérieur, gris extérieurement et dont l'aspect rappelle le lias. Vous les placiez au-dessous de l'étage des sables ferrugineux et des sables blancs ; et moi, je les mettais au-dessus. Eh bien ! jusqu'à nouvelle étude, nous avons raison l'un et l'autre ; en effet, dans mes voyages à Damas, j'ai traversé le Liban en trois endroits différents : dans l'un j'ai retrouvé les calcaires bleus supérieurs aux sables, ainsi que je vous l'avais dit.

Fig. 1.

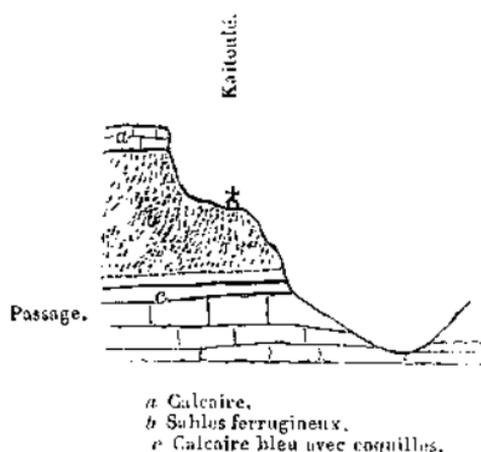


(1) *Annales de la Société d'émulation des Fosges*, t. VI, 3^e cahier, 1848.

La route suit pendant plus d'une demi-heure le dos de la couche de calcaire bleu, parallèlement à la vallée Ouadi El Saffa.

En revenant, j'ai traversé le Liban à environ huit heures plus au sud, et voici la coupe que j'ai prise :

Fig. 2.



Ici j'ai trouvé beaucoup de débris de coquilles écrasées et formant la partie la plus superficielle de la couche : je n'en avais pas remarqué dans la localité où les calcaires sont supérieurs. Je n'ai pu étudier aucun détail, mais je peux garantir l'ensemble des faits.

Séance du 20 novembre 1854.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Albert Gaudry, 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.

Don Frederico DE BOTELLA, ingénieur des mines, à Valence (Espagne), présenté par MM. Elie de Beaumont et de Verneuil ;

Hygin COCCHI, docteur ès sciences naturelles, via Santa-Maria, presso il Teatro Alfieri, n° 7285, Firenze (Toscana),

à Paris, rue de Lille, 24, présenté par MM. Alcide d'Orbigny et Charles d'Orbigny ;

LOUYRIER DE LAJOLAIS, attaché au département des affaires étrangères, à Paris, rue Neuve-Saint-Augustin, 41, présenté par MM. Charles d'Orbigny et Albert Gaudry ;

LACCEL, ingénieur des mines, à Paris, rue de Varenne, 21, présenté par MM. Élie de Beaumont et Delessé ;

Oscar LESÈBLE, au château de Rochefuret, à Ballan (Indre-et-Loire), présenté par MM. le vicomte d'Archiac et Jules Hainne ;

Martin José RASCON, naturaliste, à Mexico (Mexique), présenté par MM. Bourjot et Collomb.

Le président annonce ensuite trois présentations

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, *Études géologiques sur le bassin houiller de la Sarre, faites en 1847, 1848 et 1850, par M. E. Jacquot*; in-8, 274 p., 1 carte et 3 pl. Paris, imprimerie impériale, 1853.

De la part de M. Daubrée, *Recherches sur la production artificielle des minéraux de la famille des silicates et des aluminates par la réaction des vapeurs sur les roches* (extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XXXIX, séance du 17 juillet 1854), in-4, 6 p.

De la part de M. le baron d'Hombres-Firmas, *Second extrait de mon itinéraire pour les voyageurs naturalistes dans les Cévennes. — Quatrième tournée aux environs d'Alais*, in-8, 36 p. Alais, 1854.

De la part de M. A. Viquesnel, planches 2, 3, 10 et 11 d'un *Itinéraire d'un voyage dans la Turquie d'Europe en 1847*.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1854, 2^e sem., t. XXXIX, nos 19 et 20.

L'Institut, 1854, nos 1088 et 1089.

The Athenæum, 1854, nos 1411 et 1412.

Neues Jahrbuch, de MM. de Leonhard et Bronn, 1854, 5^e cahier.

Jahresbericht, etc. (Compte rendu annuel des progrès de la chimie, etc., pour 1852), par Justus Liebig et Hermann Kopp; in-8, 980 p. Giessen, 1854.

M. A. Viquesnel fait hommage à la Société de 4 planches d'itinéraires encore inédites et faisant partie de l'Atlas qui doit accompagner son ouvrage intitulé : *Voyage dans la Turquie d'Europe; description physique et géologique de la Thrace*. Les itinéraires qui ont servi à construire la carte générale forment 20 planches et renferment les renseignements suivants :

1^o Des caractères et signes particuliers permettent de reconnaître les chefs-lieux des trois grandes divisions administratives (Eyalets, Livas et Kazas), les bourgs, les villages, les fermes, les auberges isolées, les bains thermaux, etc.

2^o Les routes carrossables et les routes praticables seulement aux cavaliers et aux piétons ont leur représentation spéciale.

3^o Les altitudes hypsométriques sont écrites en mètres; les hauteurs absolues des points éloignés de la route et dont l'évaluation a été faite à *vue d'œil* sont suivies d'un point de doute.

4^o Les roches qui constituent les accidents du sol sont indiquées sur les points où M. A. Viquesnel en a constaté la nature.

5^o Des profils de montagnes, pris de loin en loin, donnent une idée du relief de la contrée.

M. d'Omalius d'Halloy fait la communication suivante :

M. Hébert a lu dans cette enceinte, à la séance du 4^{er} mai dernier, un mémoire sur l'argile plastique des environs de Paris. Ce travail, d'une haute importance, avait pour but de fixer définitivement la position stratigraphique de ce dépôt, sur laquelle on avait élevé des doutes, et il a amené un résultat analogue à ce qui a souvent lieu, c'est-à-dire que le premier coup d'œil du génie

est ordinairement plus près de la vérité que les rectifications que l'on cherche postérieurement à y introduire, ou, en d'autres termes, que la position de l'argile plastique est réellement celle que les illustres auteurs de la *Minéralogie géographique des environs de Paris* lui avaient attribuée en 1808. M. Hébert ayant joint à ses belles recherches stratigraphiques quelques mots sur l'origine de l'argile plastique, il est arrivé à cette occasion ce qui arrive presque toujours, c'est que la discussion s'est principalement portée vers la question théorique.

Quoique je mette peu d'importance à ces questions, que je considère, ainsi que je l'ai déjà dit plusieurs fois, comme le roman de notre science, je crois pouvoir me permettre de rappeler l'attention de la Société sur ce sujet, parce que M. Hébert, après avoir bien voulu me citer, en faisant allusion à la théorie des éjaculations, a dit à la séance suivante qu'il retirait l'expression de *dépôt geyserien*. Je ne crois pas que ces mots signifient que ce que l'on a dit dans cette discussion contre la doctrine des éjaculations avait suffi pour détruire, dans l'opinion de M. Hébert, l'effet des considérations qu'il avait si savamment développées contre l'origine alluviale de l'argile plastique; mais, comme on pourrait en conclure qu'il n'était plus resté de contradicteur à cette origine, j'espère que la Société ne trouvera pas mauvais que je relève le gant qui a été jeté contre la théorie des éjaculations.

Il en est de la géologie comme de beaucoup de questions sociales, où l'emploi d'un mot pris dans un sens mal entendu conduit à des opinions plus ou moins abusives. C'est ainsi que des géologues qui repoussaient l'intervention des grandes révolutions, dont on a quelquefois trop abusé, ont imaginé le nom de *théorie des causes actuelles*, qui devait, en quelque manière, leur donner une immense popularité, car il serait absurde de prétendre qu'il ne faut pas chercher dans les phénomènes qui se passent actuellement sur la terre l'explication de ceux qui se sont passés antérieurement. Mais, d'un autre côté, c'est aussi exagérer les conséquences de ce principe que de croire que les phénomènes que nous voyons agir sous nos yeux n'ont jamais pu avoir plus d'énergie et produire des effets plus étendus que ceux qu'ils produisent maintenant; c'est comme si quelqu'un qui n'aurait jamais vu les effets d'une température au-dessous de zéro contestait que le refroidissement peut transformer de l'eau en glace.

Or, comme les dépôts les plus importants qui se forment maintenant sont dus à l'action mécanique des eaux, on est, en général, porté à attribuer ce mode de formation à presque tous les anciens

dépôts faits par la voie humide. Cette manière de voir avait même été poussée si loin que des roches qui, comme les basaltes, ressemblent aux matières qui sortent de nos volcans à l'état de fusion ignée, ont été considérées comme résultant du transport par les eaux. Toutefois, un examen plus approfondi a conduit les géologues actuels à admettre que les basaltes, les trachytes et les porphyres ont été éjaculés de l'intérieur de la terre, ainsi que les laves de nos volcans. D'un autre côté, les dépôts stratifiés ayant été évidemment formés dans les eaux, on pense assez généralement qu'ils ont été faits de la même manière que nos alluvions. Cependant, lorsque l'on compare ces dépôts avec nos alluvions, on ne peut disconvenir que, s'il y en a qui leur ressemblent, c'est-à-dire qui sont composés de matières hétérogènes dont on peut plus ou moins reconnaître l'origine, il en est beaucoup d'autres qui sont composés de matières homogènes nullement en rapport avec la composition des lieux d'où ces matières auraient pu être amenées, et qui, en outre, annoncent le résultat d'une action chimique. De sorte que si nous voulons trouver dans les produits de la nature actuelle quelque chose qui ressemble à cette portion des anciens dépôts stratifiés, ce n'est pas dans nos alluvions qu'il faut les chercher, mais bien dans nos tufs, c'est-à-dire dans les dépôts formés par nos sources minérales et thermales. Or, ce n'est pas s'écarter de la théorie des causes actuelles que de se demander si l'on ne peut pas concevoir l'existence d'un temps où les phénomènes analogues à ceux qui produisent nos sources minérales et thermales avaient une action plus énergique qu'ils n'ont actuellement, et de donner à cette question une réponse affirmative. En effet, l'opinion la plus probable sur l'origine des sources minérales et thermales est que ces phénomènes sont dus à la diminution successive de la grande chaleur qui règne au-dessous de l'écorce solide du globe terrestre, ce qui détermine la solidification d'une matière liquide, par conséquent l'émanation de matières gazeuses, ainsi que nous en voyons toujours se dégager quand un liquide passe à l'état solide, et notamment quand les laves rejetées par nos volcans se refroidissent. Ces phénomènes, et beaucoup d'autres considérations qu'il est inutile de rappeler en ce moment, ont porté un grand nombre de géologues, même parmi ceux qui s'annoncent comme sectateurs de la doctrine des causes actuelles, à admettre que la terre a été à l'état de fluidité ignée. Or, une fois que l'on adopte cette hypothèse, on est forcé d'admettre que les conséquences du refroidissement devaient avoir bien plus d'énergie lorsque la surface de la terre était douée d'une chaleur

indépendante de celle que l'action solaire y développe annuellement, ce qui n'a plus lieu maintenant, puisque les physiiciens ont reconnu que la chaleur initiale n'exerce plus qu'une influence presque insensible sur la température dont nous jouissons. On conçoit donc que la même cause qui produit actuellement les faibles émanations qui donnent naissance à nos sources minérales et à nos tufs a pu produire des dépôts beaucoup plus puissants. D'un autre côté, lorsque l'on admet que les trachytes et les porphyres ont été poussés de l'intérieur de la terre à l'état pâteux ou liquide, y a-t-il des motifs plausibles pour contester que les mêmes forces qui faisaient sortir ces masses pâteuses ou liquides n'aient pu en rejeter à l'état pulvérulent? C'est là une supposition qui paraît bien simple, car on sait que le degré de cohésion que prend une matière tient souvent à bien peu de chose, sans compter que l'observation a prouvé que l'action d'un gaz, ou même de l'eau chaude, peut transformer une roche très cohérente en matières pulvérulentes. Aussi voyons-nous souvent la même assise présenter des parties cohérentes et d'autres qui sont meubles. Au surplus, la production, par un même phénomène, d'éjaculations gazeuses, liquides et pulvérulentes, se voit encore tous les jours dans nos éruptions volcaniques.

Du reste, en soutenant ici la thèse des éjaculations de matières pulvérulentes ou à l'état de précipité grenu, je suis loin de prétendre que toutes les matières meubles auxquelles on peut attribuer ce mode de formation aient été lancées dans cet état de dessous l'écorce terrestre; je crois, au contraire, que la plupart se sont dégagées sous la forme de gaz qui, comme le fluoride silicique, sont susceptibles de précipiter des matières solides par des réactions chimiques, ou qui, comme l'acide carbonique, donnent aux eaux la faculté de dissoudre des matières qui se précipitent au contact de l'air.

Une fois que l'on admet que les éjaculations ont dû avoir beaucoup plus de développements qu'elles n'en ont maintenant, on se rend bien plus facilement compte de la formation des dépôts d'origine aqueuse que par une théorie exclusivement alluviale. En effet, on conçoit pourquoi l'on voit des couches homogènes qui ne présentent pas la réunion des divers matériaux qu'elles devraient contenir si elles avaient été formées mécaniquement aux dépens des roches préexistantes à la surface de la terre, car cette homogénéité d'une même assise n'est que la conséquence de la cause qui produit l'homogénéité d'une même coulée de laves.

La dénomination de *terrains geysériens*, par laquelle un de nos savants confrères désigne les dépôts dont il attribue l'origine aux sources minérales, ayant été citée dans la discussion qui a donné lieu à ces observations, et étant, en quelque manière, venue à l'appui des adversaires de l'origine intérieure de l'argile plastique, je crois devoir m'expliquer sur la manière dont je conçois les avantages et les inconvénients de cette dénomination.

On sait que nos classifications géologiques ont eu généralement pour but d'exprimer l'âge relatif des dépôts, mais on sait aussi que la plupart des géologues admettent maintenant, comme division principale, deux grandes séries parallèles, fondées sur le mode de formation, celle des terrains déposés par les eaux et celle des terrains qui ont été poussés de l'intérieur de la terre à l'état de fluidité ignée. Mais, exprimée de cette manière, ce mode de division laisse une lacune, en ce sens que l'on ne peut y rattacher beaucoup de filons dont les matériaux ne sont évidemment pas venus de l'intérieur à l'état de liquide igné, et n'ont pas été, comme les terrains stratifiés, formés dans de grandes nappes d'eau; de sorte que M. Dumont a cru devoir établir pour ces dépôts une division spéciale qu'il a nommée *terrains geysériens*, afin de rappeler qu'il les considère comme formés par des sources minérales et thermales, de la même manière que les petits dépôts des geysers d'Islande. Or, on ne peut disconvenir qu'à ce point de vue la dénomination dont il s'agit présente des avantages, car celle de *matières des filons*, que l'on est souvent obligé d'employer, laisse des doutes, attendu que les roches d'éruptions forment aussi des filons. Mais, d'un autre côté, la dénomination de terrain geysérien a divers inconvénients: d'abord elle porte à croire que tous les dépôts auxquels on l'applique ont été formés par des sources, tandis qu'il y en a probablement qui ont été formés par la voie sèche, c'est-à-dire par sublimation, ainsi que nous le voyons dans nos volcans et dans les cheminées de nos fourneaux de fusion. Il est à remarquer aussi que la dénomination de terrains geysériens semble indiquer que l'on comprend dans cette division tous les dépôts formés à la manière de ceux des Geysers, c'est-à-dire amenés par les eaux de l'intérieur de la terre. Or, pour que toutes les matières amenées de cette façon soient demeurées concentrées dans les fentes des filons, il faudrait supposer que les forces qui déterminaient le transport de ces matières étaient toujours en rapport avec la capacité des fentes qui devaient les recevoir, ce qui est tout à fait inadmissible. On sent, au contraire, que la plus grande partie des matières qui ont été amenées de cette façon ont

dû se répandre en dehors, se mêler avec les eaux et se déposer en couches formées, soit exclusivement de ces matières, soit de leur mélange avec les sédiments que les eaux transportaient déjà ; de sorte que beaucoup de dépôts stratifiés doivent être considérés, dans cette manière de voir, comme la continuation de ceux qui sont restés sous forme de filons dans les fentes qu'ils ont traversés, de même que les vastes nappes de basaltes, qui recouvrent certaines contrées, ne sont que la continuation des filons ou dykes de même nature qui traversent les roches inférieures. Je sais que l'on objecte contre cette manière de voir que, tandis qu'il y a identité de composition entre les dykes et les nappes basaltiques, il y a d'énormes différences entre les filons cristallins et les dépôts stratifiés. Mais avec un peu d'attention on reconnaîtra qu'il doit y avoir beaucoup de différence entre les matières qui ont pu cristalliser tranquillement dans des cavités intérieures et celles qui ont été agitées dans une grande masse d'eau. Il est à remarquer aussi que, tout en admettant que des roches stratifiées aient la même origine que des matières de filons, elles ne doivent pas toujours avoir la même composition que ces dernières, car on conçoit que, au moment où les éjaculations se faisaient avec beaucoup d'énergie, les matières étaient entièrement lancées en dehors des fentes qui demeureraient vides pour recevoir ensuite les émanations postérieures qui se produisaient avec moins d'intensité et qui pouvaient être d'une nature plus ou moins différente, de même que nous voyons nos grandes éruptions volcaniques, après avoir répandu à la surface de la terre des coulées de laves et des couches de cendres, laisser, à l'intérieur, des cavités, que les faibles émanations postérieures tapissent de cristaux ou d'incrustations de natures diverses. Il est à remarquer aussi que, quelque grande que soit la différence de composition des filons cristallins et des dépôts stratifiés, elle n'est pas aussi complète qu'on le pense communément, car les matières métalliques, dont la présence dans les filons constitue la principale de ces différences, ne sont pas non plus étrangères aux dépôts stratifiés, et, sans parler des roches où ces matières se trouvent en trop petite quantité pour être exploitées comme minéral, ne voyons-nous pas le calcschiste cuivreux de la Thuringe, le calcaire plombifère de la Sierra de Ronda, l'oligiste des environs de Namur, et beaucoup d'autres roches, aussi évidemment stratifiées, être exploitées pour en extraire des métaux.

M. le marquis de Roys répond dans les termes suivants à la communication de M. d'Omalius d'Halloy :

L'existence des volcans de boue peut effectivement faire penser que certaines argiles doivent leur origine à des éjaculations de l'intérieur de la terre. Cependant, si l'on se rappelle les expériences de M. Delesse, on sera conduit peut-être à croire que ces éjaculations ne peuvent être assez fréquentes et assez abondantes pour produire des couches d'argiles aussi puissantes que les marnes irisées, et même notre argile plastique. D'après ces expériences (*Bull.*, 2^e sér., t. X, p. 262), la vapeur d'eau, même à une haute température, est sans action sur les silicates alumineux qui, avec de faibles proportions de bases alcalines et terreuses et du fer oxydé, forment toutes les roches que nous savons être sorties du sein de la terre aux diverses époques géologiques. Si l'on invoque la présence d'acides dont l'action se combinerait avec celle de la vapeur, l'altération deviendra plus probable, quoique ces acides ne forment qu'une partie bien minime des gaz ou vapeurs émis par les volcans. Cependant, si l'on peut expliquer la production des argiles par les causes apparentes, celles qui se renouvellent encore de notre temps, il me semble que ce mode de formation offrira bien plus de probabilité que l'éjaculation de l'intérieur du globe.

Pour les marnes irisées, il me semble que les nombreuses alternances de grès et de calcaire dont l'origine paraît évidemment sédimentaire s'opposent à donner aux argiles une origine différente. L'altération superficielle de feldspaths, tels que l'albite, l'oligoklase et surtout le labrador, devait être rapide à la température élevée de l'époque, dans une atmosphère chargée de vapeurs. La production du gypse, qui a fait infléchir les couches supérieures et quelquefois déterminé leur rupture, produisant des ouvertures cratériformes, comme M. Élie de Beaumont l'a fait remarquer il y a plus de vingt ans, prouverait que ce métamorphisme est postérieur au dépôt de l'étage entier.

Pour l'argile plastique, je demanderai la permission d'ajouter quelques détails à ceux que j'ai déjà donnés. Si le calcaire pisolithique est antérieur à son dépôt, la craie blanche avait été profondément ravinée et sa surface durcie bien avant le cataclysme qui a produit le transport des poudingues. On peut ainsi se rendre compte du petit nombre de silex de la craie blanche qu'ils contiennent comparativement à ceux de l'étage inférieur. Ce n'est pas seulement la coulée des silex jaspoides qu'on trouve en place aux environs de Blois, qui, par conséquent, viennent de plus loin, ce sont les Inocérames et les autres fossiles de la craie moyenne qui en donnent la preuve. Ces silex ont donc été amenés par des courants énergiques, dont la direction était O. S. O., direction per-

pendiculaire à celle du soulèvement du Mont-Viso, que M. Bayle, dans ses leçons à l'École des mines, place effectivement entre les étages crétacés et tertiaires. Ce ne sont donc point les parties calcaires de la craie blanche qui ont été fortement corrodées, mais sans doute la couche argileuse qui offre, entre Nemours et Montereau, à peu près l'unique nappe d'eau, la craie chloritée où abondent les assises argileuses, probablement même l'étage jurassique moyen, presque totalement argileux. Pourrait-on s'étonner de voir des courants clysmiens transporter des argiles à une telle distance, lorsque, aux inondations de la Saône, le Rhône amène les sédiments argileux de son principal affluent jusqu'à son embouchure, d'autant plus purs que la distance est plus grande. Les inondations de l'Yonne et de la Marne troublent également le cours entier de la Seine, quoique bien moins rapide.

On demande pourquoi le calcaire semble disparaître. D'abord il y en a dans beaucoup d'argiles de cet étage, comme on peut s'en convaincre par les analyses citées par M. Al. Brongniart, tableau V de son ouvrage sur les arts céramiques. Vauquelin en signale $3\frac{1}{2}$ pour 100 à Abondant, près Dreux, où M. Berthier n'en a pas trouvé, nouvelle preuve de la non homogénéité de cette assise. J'ai parlé des nodules qu'on trouvait à Besançon. J'ajouterai que puisque la moindre averse, une forte rosée même, dépouillent l'air atmosphérique du tiers de l'acide carbonique qu'il contient (*Annuaire de la Société météorologique*, séance du 14 novembre 1856), que l'acide carbonique se rencontre dans tant de sources minérales, il est très possible que ces eaux fussent assez carbonatées pour en dissoudre une grande partie. Ce qui ajoute quelque probabilité à cette hypothèse, c'est la puissance du calcaire siliceux qui recouvre immédiatement l'argile plastique à Nemours, Train, Valvins, Melun, etc., où, malgré de bien longues recherches, je n'ai jamais rencontré de fossiles qu'à la partie supérieure.

Enfin, si l'on suppose que les argiles éjectées aient été amenées par les courants qui ont dénudé une longue surface et transporté les silex qui forment les poudingues agglomérés ou meubles accumulés dans toutes les cavités de la craie, sur une grande étendue, la difficulté reste la même. Que sont donc devenus tous les autres détritits?

En résumé, il me semble que lorsque l'application des causes actuelles, de celles que nous voyons fonctionner encore, suffit pour rendre compte d'une formation, il est peu probable que la nature ait employé des moyens en quelque sorte exceptionnels. Si, du reste, l'éjaculation des argiles avait eu lieu dans des eaux tran-

quilles où elles se seraient paisiblement étendues, il serait difficile encore d'expliquer l'absence complète de fossiles, qui, dans le cas d'une origine clysmienne, devient parfaitement naturelle.

La pureté de l'argile ne peut être invoquée en faveur d'une origine éjaculative. Il se trouve des argiles très plastiques dans un grand nombre de terrains de transport, et pour n'en citer qu'un exemple, les alluvions de la Seine ont été exploitées depuis quelques années pour une tuilerie, vis à vis Saint-Mamès et l'embouchure du Loing. C'est cette dernière rivière, sans doute, qui les a déposées sur ce point, quoique la majeure partie de sa vallée soit creusée dans la craie blanche.

M. d'Omalius fait observer qu'il est loin de nier que les dépôts argileux aient été formés dans les eaux, et que celles-ci y aient amené des matières détachées de roches préexistantes; mais il n'en persiste pas moins à croire que la majeure partie des matériaux de ces dépôts sont le résultat d'éjaculations intérieures, et, quand il voit le calcaire dominer dans les dépôts du Bassin de Paris antérieurs à l'argile plastique, il ne peut admettre que cette argile soit le résultat de l'action érosive des eaux.

Lorsque M. d'Omalius a parlé de dépôts homogènes, il est loin d'avoir voulu indiquer qu'il s'agissait d'espèces minéralogiques; il reconnaît que ces dépôts, et notamment l'argile en particulier, sont ordinairement le résultat du mélange de plusieurs de ces espèces, mais il a seulement voulu donner à entendre que si les dépôts stratifiés étaient uniquement dus à l'action érosive des eaux, ils ne présenteraient pas ces grandes masses alternatives de calcaires, de sables et d'argiles qui forment un de leurs caractères les plus remarquables.

M. Constant Prévost fait observer à M. d'Omalius d'Halloy que, si les géologues ne peuvent préciser l'origine des éléments de l'argile plastique dans le bassin de Paris, ils éprouvent une égale difficulté pour les argiles du Weald, de Kimmeridge, d'Oxford, etc., etc., car ces argiles ne sont pas moins pures que celles du bassin tertiaire de Paris. Notre impuissance à découvrir l'origine des éléments d'une roche ne nous donne pas le droit de supposer qu'elle provient de l'intérieur de la terre.

M. d'Omalius répond qu'il ne recule pas plus devant l'idée de voir former par éjaculation de vastes dépôts que des dépôts restreints. Il ne s'explique point pourquoi les argiles oxfordiennes, par exemple, n'auraient pas eu une origine interne aussi bien que l'argile plastique de Paris.

L'abondance des matières ne doit pas faire rejeter la supposition d'une semblable origine, car la nouvelle carte des Indes, de M. Greenough, vient de montrer un massif trappéen non moins étendu que la France. Nul ne niera qu'un tel massif provienne de l'intérieur de la terre; or, comment le globe qui a fourni des masses si puissantes n'aurait-il pu engendrer les argiles du Weald, de Kimmeridge et d'Oxford?

M. Ch. S.-C. Deville admet avec M. d'Omalius que de vastes dépôts d'argile ont pu être formés par éjaculation. Les marnes irisées ont sans doute eu un tel mode d'origine; ce qui le prouve, c'est qu'elles renferment du gypse, du chlorure de sodium, substances qui se trouvent dans les dépôts geysériens proprement dits.

M. Constant Prévost répond que dans les mers actuelles on voit se former de vastes dépôts d'argile. Lorsqu'on a sous les yeux de tels exemples, il est sans doute superflu de recourir à des hypothèses pour expliquer les dépôts des anciens âges.

M. Deshayes ajoute, à l'appui de l'observation de M. Constant Prévost, que le fond de la Méditerranée, d'après les recherches des marins, est presque universellement composé d'argile, quelle que soit la nature des roches qui forment le littoral.

M. Jules Haimé, secrétaire pour l'étranger, rend compte d'une lettre de M. Boué. M. Boué rappelle que sa brochure, publiée en 1851, *sur le but et la haute utilité de la géologie*, est antérieure à tout ce qu'on a publié depuis sur le même sujet. Il réclame contre une assertion de M. Orges, qui, à la page 532 du tome X, 2^e série, du *Bulletin de la Société géologique de France*, considère comme le premier essai de ce genre l'ouvrage de Bernhard Cotta, intitulé : *Le sol de l'Allemagne dans sa structure géologique et dans ses effets sur la vie des hommes*. A l'appui de sa réclamation, M. Boué envoie

le sommaire suivant des matières dont il traite dans son travail :

Extrait de ma brochure : Le but et l'utilité de la géologie, 1854.

Chapitre 1. — Rapports intimes de la géologie et de l'art des mines.

Chapitre 2. — Utilité ultérieure pratique de la géologie pour les états et l'économie publique (matières premières, musée de géologie appliquée à Vienne, etc., établissement des chemins de fer, des canaux, forage des puits artésiens, chaussées et routes, architecture, sculpture, tailerie, poterie. — Ingénieurs-géographes, génie militaire et état-major d'armée. stratégie, nautique, archéologie, sylviculture et agriculture).

Chapitre 3. — Influences anthropologiques, médicales, économiques et industrielles de la géographie physique et de la géognosie (topographie et statistique médicale, diverses races et leurs occupations variées, influence des eaux minérales et des mines sur l'anthropologie, influence des houillères, des mines de fer (Angleterre, Belgique), statistique morale et judiciaire) (voyez Quételet).

Chapitre 4. — Influence de la géographie physique et de la géologie sur l'histoire des peuples, leur mode de vie et leur gouvernement (principes de la distribution géographique des races et des peuples, leur ethnographie diverse exemplifiée en Europe, en Espagne, en Turquie et en France; la division en partie très naturelle de la France en provinces, ses divers habitans et leurs industries diverses, leurs associations, leur état scientifique, les causes premières des phases de leur état politique et les causes véritables de l'union des peuples).

Chapitre 5. — L'influence de la forme plastique et de la nature du terrain des états autrichiens sur l'existence de cette agglomération bigarrée, sur ses nations, leurs individualités, leur civilisation et leur régime gouvernemental, avec *de courtes indications semblables pour l'Allemagne*. N. B. (Les six races principales germaniques, leurs limites et les sièges de leurs princes, les lignes principales de défense de l'Allemagne, l'industrie, la place des villages et des villes, le nombre des grandes villes, des universités. *Les frontières naturelles de l'Autriche*, leurs lignes de défense, les châteaux romains et des chevaliers du moyen âge, les couvents, les places fortes, les localités des grandes batailles, l'ethnographie diverse des sept nations de l'Autriche, les neuf langues qu'elles

parlent et la dispute sur la prédominance d'une ou de plusieurs d'entre elles, les lois pour la position des capitales de provinces et de grands états, Vienne comme capitale des états autrichiens, sa position, etc.; communications naturelles des pays voisins avec ce centre; l'Autriche mise en rapport avec l'Allemagne, les lignes de chemin de fer et de télégraphes électriques, les causes de la fédération naturelle de l'Allemagne en opposition aux difficultés naturelles d'un tel état en France, les causes de la fédération naturelle des états autrichiens à l'exception de la partie romane).

Chapitre 6. — Utilité particulière de la géologie et des sciences naturelles pour les finances de l'état et celles des capitales, à cause des musées et des bibliothèques indispensables. (Bibliothèques considérées, leur *destiderata*, doubles emplois, journalistique, musées, souhaits que l'anatomie comparée ou au moins que l'ostéologie ne soit pas séparée des collections d'animaux empaillés ou conservés, écoles des mines.)

Chapitre 7. — Utilité de la géologie et des sciences naturelles pour les beaux arts, et sur le goût actuel dans les arts sans connaissance ou appréciation suffisante des sciences physiques naturelles et géologiques.

Chapitre 8. — Ennoblement de l'homme par la géologie et les sciences naturelles, oubli des misères de la vie humaine, et indication mathématique de la fin prochaine de tout ce qui est contraire au bon sens ou aux lois de l'Évangile.

M. Albert Gaudry présente la note suivante de M. Cornuel, sur la découverte de plusieurs coquilles d'eau douce dans le terrain néocomien de la Champagne.

Wassy, 26 septembre 1854.

L'*Unio Martini*, Fitt., a été décrite par M. le docteur Fitton comme propre au terrain wealdien de l'Angleterre; et, dans le tome III de sa *Paléontologie française, Terrains crétacés*, page 127, M. Alcide d'Orbigny l'a décrite aussi, d'après des individus appartenant à ma collection et trouvés par moi dans le fer oolithique de la série néocomienne des environs de Wassy (Haute-Marne). Mes listes de fossiles, insérées dans le *Bulletin de la Société géologique*, 2^e sér., t. VIII, p. 440, rappellent cette espèce comme la seule qui ait été rencontrée jusque là dans cette couche. Cependant, les ouvriers me signalaient, depuis assez longtemps, une coquille turbinée comme s'y trouvant aussi. Mais je n'avais pu

parvenir à me la procurer, et je supposais que ce pouvait être une de ces *Natices* comme il en existe dans la couche rouge qui repose sur le minerai de fer. Il y a quelques jours, M. Tombeck, professeur au Lycée Bonaparte, en explorant les diverses minières ouvertes au sud-ouest de Wassy, en remarqua une récente qui, à la différence des autres où il ne voyait que de rares *Unio*, donnait quelques mottes de minerai coquillier, et y constata la présence de *Paludines*. Il eut l'obligeance de me faire part de sa découverte ; et nous allâmes ensemble recueillir tous les échantillons que le marreau pouvait nous permettre d'extraire.

Ces nouveaux fossiles sont bien des *Paludines*, ainsi qu'on le reconnaît principalement par la forme de l'ouverture. Ils sont en outre accompagnés d'opercules ovales-arrondis, à éléments concentriques, et se rapportant à ce genre. Certains de ces opercules, dont la substance devait être cornée, étaient encore à leur place, ou à peine déplacés, à l'ouverture même de la coquille. J'ai dégagé une *Unio* entr'ouverte, dans laquelle se trouve une jeune *Paludine*.

Nous avons recueilli également quelques individus d'une espèce subturriculée se rapportant au genre *Bulime*.

Des fragments de bois fossile, pulvérulents ou peu consistants, abondent dans cette partie des exploitations.

Nous avons vainement cherché des *Cyclades* ; mais un ouvrier employé à casser des mottes de minerai vient d'en trouver une qu'il a remise à M. Tombeck, entre les mains duquel je l'ai vue.

Enfin, l'hiver dernier, on m'a montré quelques *Unio Martini* recueillies dans les nouvelles minières de Trois-Fontaines-la-Ville, à 12 kilomètres environ de celles de Wassy.

En résumé, nous sommes maintenant certains d'avoir les trois genres d'eau douce, *Unio*, *Paludina* et *Cyclas*, dans notre fer oolitique, outre le genre *Bulimus* ; et nous n'y avons pas rencontré d'espèces marines jusqu'à ce jour. J'ajoute cependant que des débris de *Plesiosaurus* ont été trouvés dans le même dépôt, à Bailly-aux-Forges, à 3 kilomètres des minières de Wassy. Il est à supposer que nos nouveaux fossiles seront reconnus identiques avec leurs homonymes du terrain waldien d'Angleterre, lorsqu'ils leur auront été rigoureusement comparés.

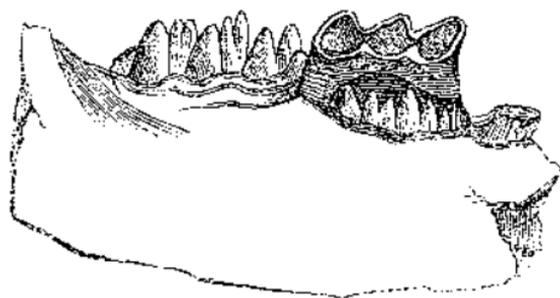
M. Hébert dit qu'àuprès de Sermaize il a reconnu la couche d'eau douce que signale M. Cornuel ; il y a trouvé de grandes *Unio*, différentes de l'*U. Martini*, mais semblables à une espèce

du Weald clay du Hanovre. Cette couche de Sermaize est placée entre l'argile ostréenne et les argiles aptiennes.

M. Albert Gaudry lit la note suivante de M. Lockhart :

Description d'une moitié de mâchoire fossile de Mastodonte présentant le caractère particulier de deux étages de dents mâchoières, par M. Lockhart, directeur du Muséum d'histoire naturelle d'Orléans, ancien élève de École polytechnique, etc.

J'ai l'honneur d'envoyer à la Société la description d'une moitié de mâchoire inférieure de Mastodonte, dont les caractères m'ont paru de nature à intéresser l'étude de l'anatomie comparée, en ce qui concerne la succession des dents mâchoières dans les Mastodontes.



Cette mâchoire se rapporte au Mastodonte d'Europe (de Cuvier); elle porte deux mâchoières; l'une, de derrière, est garnie de trois collines formées de pointes coniques non encore usées par la détritior, et présentant seulement quelques disques à peine grands comme une lentille; son émail est brillant, gris blanc, et parfaitement conservé; l'autre, antérieure, est au contraire usée jusqu'à la base de sa couronne, qui présente une figure plane entourée d'un bord d'émail contourné; la partie antérieure des racines de cette dent est comme usée par une carie et totalement détruite; la dent ne tient plus à la mâchoire que par son côté postérieur et son côté latéral interne; le dessous de sa couronne forme en avant comme une espèce de grotte sous la voûte de laquelle on voit apparaître une jeune mâchoière de remplacement garnie de toutes ses pointes coniques; cette nouvelle dent paraît croître perpendiculairement de bas en haut et pousser au dehors dans le sens vertical la vieille dent placée au-dessus d'elle, et qui était

Soc. géol., 2^e série, tome XII.

t

probablement prête à tomber au moment de la mort de l'animal. La nature est pour ainsi dire prise sur le fait dans cette mâchoire à deux étages ; cette particularité devant être rare dans les collections d'ossements fossiles, j'ai cru qu'il pourrait être utile d'en donner la description en l'accompagnant d'un dessin de grandeur naturelle.

Cette mâchoire est déposée au Muséum d'histoire naturelle d'Orléans, et vient des environs de Beaugency, où j'ai trouvé déjà plusieurs dents et ossements fossiles de divers animaux (voyez t. XI, 2^e sér., p. 50 du *Bulletin de la Société*).

M. Bayle dit qu'il reconnaît le Mastodonte de Sydmore dans l'espèce que M. Lockhart a découverte. Cette espèce appartient à l'étage des faluns.

Séance du 4 décembre 1854.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Albert Gaudry, 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.

COMBES (Ludomir), pharmacien à Fumel (Lot-et-Garonne), présenté par MM. Alcide d'Orbigny et Albert Gaudry ;

ERRAY, ingénieur civil, attaché au chemin de fer d'Orléans, rue de Buffon, 25, à Paris, présenté par MM. Alcide d'Orbigny et Albert Gaudry ;

GUERRE, professeur de sciences physiques au Lycée, à Nantes (Loire-Inférieure), présenté par MM. Leymerie et Hébert.

M. FRIGNER, 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 trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le docteur Ami Boué, *Recueil d'itinéraires dans la Turquie d'Europe*, 2 vol. in-8. Vienne, 1854, chez W. Braumüller.

De la part de M. E. Renevier, *Mémoire géologique sur la perte du Rhône et ses environs*, in-4, 72 p., 3 pl. Zurich, 1854, chez Zuercher et Furrer.

De la part de M. Triger, *Carte géologique du département de la Sarthe*, 3 f. grand aigle, 1853.

De la part de M. le chevalier T.-A. Catullo :

1^o *Priorität*, etc. (Priorité des observations données dans la *Zoologie fossile des Provinces Venetiennes* sur la position du calcaire rouge à Ammonites dans la série des formations sédimentaires) (extr. du *Jahrbuch des K. K. geol. Reichsanstalt*, 3 Jahrg., 1852, 111 Viert., seite 426), in-4, 4 p.

2^o *Forsetzung*, etc. (Continuation et conclusion du mémoire ci-dessus) (extr. du même *Jahrb.*, 4 Jahrg., 1853, 1 Viert., seite 413), in-4, 8 p.

De la part de D. Policarpo Cia, *Observaciones geológicas*, etc. (Observations géologiques sur une grande partie de l'île de Cuba), in-8, 47 p. Madrid, 1854, chez veuve D. Antonio Yenes.

De la part de M. Eugène Bouron, *Cosmogonie moderne, ou Origine et formation de la nature*, in-18, 59 p. Nantes, 1854, chez A. Guéraud et C^r.

De la part de M. Émile Delacroix, *Nouveau précis d'histoire naturelle élémentaire et pratique*, 1 vol. in-12, 307 p. Paris, 1854, chez Jacques Lecoffre et C^r.

De la part de M. Vézian :

1^o *Note sur les systèmes de fracture de la contrée qui environne le pic Saint-Loup*, par MM. Marcel de Serres et Vézian (extr. des *Procès-verbaux de la section des sc. de l'Ac. des sc. et lett. de Montpellier*, 13 juin 1853), in-8, 8 p.

2^o *Note sur la structure géologique du Larzac* (extr. des mêmes procès-verbaux de la même Académie, séance du 16 janvier 1854), in-8, 11 p.

De la part de MM. F. Chapuis et G. Dewalque, *Description des fossiles des terrains secondaires de la province de Luxembourg* (extr. du tome XXV des *Mém. cour. et Mém. des sav. étrangers, publiés par l'Ac. R. de Belgique*). in-4, 303 p., 38 pl. Bruxelles, 1853, chez M. Hayez.

De la part de M. le docteur C. Grewingk, *Die geognostischen, etc.* (Rapports géognostiques et orographiques de la Perse septentrionale), in-8, 148 p., 1 carte. Saint-Pétersbourg, 1853, chez C. Kray.

De la part de M. Adolphe Schlagintweit, *Beobachtungen, etc.* (Observations sur les rapports géologiques des Alpes Bavaraises, dans les environs de la Zugspitze et de Wetterstein), in-4, 36 p. Berlin, 1853, chez Unger.

De la part de MM. Adolphe et Hermann Schlagintweit :

1^o *Observations sur la hauteur du mont Rose et des points principaux de ses environs*, in-4, 27 p., 2 pl. Turin, 1853, Imprimerie royale.

2^o *Épreuves de cartes géographiques produites par la photographie d'après les reliefs du mont Rose et de la Zugspitze*, in-4, 4 pl. Leipsic, 1854, chez J.-A. Barth.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1854, 2^e sem., t. XXXIX, nos 21 et 22.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. II, 1854, 2^e part., *Tableaux météorologiques*, f. 9-13.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 7^e année, n^o 73, septembre 1853.

L'Institut, 1854, nos 1090 et 1091.

The Athenæum, 1854, nos 1413 et 1414.

Société impériale et centrale d'agriculture. — Bulletin des séances, 2^e sér., t. IX, n^o 8.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, nos 126 et 127.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, t. VIII, 2^e cahier, 1853.

Zeitschrift, etc. (Journal pour les sciences naturelles réunies, publié à Halle par la Société des sciences naturelles pour la Saxe et la Thuringe), année 1854, III^e vol., avec 15 planches. Berlin, 1854.

Dritter Bericht, etc. (Troisième compte rendu de la Société

géognostico-montanistische pour la Styrie. Gratz, 1854.

Revista minera, n° 108.

Natuurkundig Tijdschrift, etc. (Journal des sciences naturelles de l'Inde Hollandaise), in-8, nouv. sér., t. III, 1^{re} et 2^e, 3^e et 4^e livraisons. Batavia, 1854, chez Lange et C^{ie}.

M. de Verneuil lit l'extrait suivant d'une lettre qu'il vient de recevoir du comte de Keyserling, son ancien compagnon de voyage en Russie.

Kaikülle, près Reval, 15 novembre 1854.

Ce n'est pas un des moindres avantages de la science que celui de former entre les hommes des liens d'une substance trop généreuse pour que les passions qui se disputent le pouvoir matériel de ce bas monde puissent les altérer. Aussi je compte bien que les événements politiques ne changeront rien ni à nos sentiments, ni à notre correspondance.

Je vous félicite, vous et vos compagnons de voyage, d'avoir découvert cette année des Cératites dans le muschelkalk d'Espagne, je dis des vrais Cératites et non ces formes plus ou moins voisines que M. de Buch leur a associées.

Voilà donc un genre qui paraît être caractéristique du muschelkalk, depuis le nord de la Sibérie jusqu'en Espagne, et je crois que notre ami M. Élie de Beaumont a le premier fait ressortir son importance géologique.

Notre Société minéralogique de Saint-Petersbourg continue ses publications. M. le général Helmersen et le colonel Hofman sont toujours nos géologues les plus actifs pour la description des terrains sédimentaires. Un des jeunes gens qu'ils s'étaient associés, M. Pacht, et qui nous a donné une bonne description d'un Crinoïde dévonien, s'est suicidé. M. de Grünwaldt, que vous avez vu, il y a trois ans à la Société géologique à Paris, vient de faire une excursion dans l'Oural et s'occupe de préparer une description des fossiles qu'il y a découverts. Un autre jeune homme, M. Schmidt, qui donne beaucoup d'espérances, a passé quelques jours chez moi pour marquer avec plus de précision qu'on ne l'avait encore fait en Esthonie les limites des étages inférieur et supérieur du système silurien. M. Pander continue à travailler avec ardeur, mais n'a pas encore achevé ses publications. Enfin vous verrez bientôt paraître dans le voyage de M. Schrenk une description de fossiles permien qu'il avait recueillis, description accompagnée de planches. Ce travail, que j'ai fait imprimer il y

a quatre ans avant de connaître le bel ouvrage de M. King, va se trouver arriéré dès sa publication. Je le regrette infiniment.

M. Meugy fait la communication suivante :

Sur les caractères du terrain de craie dans les départements du Nord, de l'Aisne et des Ardennes.

J'ai l'honneur d'exposer à la Société géologique les résultats de quelques observations que j'ai eu occasion de faire l'été dernier, dans les départements de l'Aisne et des Ardennes, dans le but d'étudier les caractères du terrain de craie de ces localités, et de les comparer à ceux que j'ai reconnus antérieurement dans le nord de la France. J'ai pensé que cette communication ne serait pas inopportune au moment où l'on s'occupe de publier à l'imprimerie impériale, pour l'exposition de 1855, une carte géologique d'ensemble de plusieurs départements, situés entre Paris et la frontière belge. En effet, les divisions admises par les auteurs des différentes cartes qui ont été publiées, sont loin de coïncider entre elles, et c'est surtout en vue de les faire raccorder, que nous avons entrepris ce petit travail.

Disons tout d'abord que les explorations auxquelles nous nous sommes livrés, justifient, pour ainsi dire, la discordance apparente, ou plutôt le défaut d'homogénéité qui semble exister entre les cartes géologiques du Nord, de l'Aisne et des Ardennes, pour ce qui concerne le terrain crayeux; car il résulte de ces recherches que le principal caractère auquel on a eu recours pour subdiviser la craie en deux étages, désignés par M. Dumont sous les noms de *système normien* et de *système sénonien*, s'efface graduellement vers l'est. Je veux parler des grains verts de silicate de fer, si communs aux environs de Lille, où ils font partie intégrante de la pierre connue des architectes du nord, des exploitants de mines et des foreurs de puits, sous les noms de *pierre d'Hordain*, *craie chloritée*, *gris vert* et *bonne pierre*, et qui deviennent de plus en plus rares et finissent même par disparaître entièrement au fur et à mesure qu'on s'avance du nord-ouest au sud-est, parallèlement aux limites de la craie.

Avant de donner le détail de nos excursions, nous croyons utile de mettre en regard les différentes subdivisions qui ont été établies. Nous comparerons entre elles les indications portées: 1° sur la coupe du forage de Grenelle; 2° sur la carte géologique de France;

3^e sur celle du nord; 4^e sur celle de l'Aisne; et 5^e sur celle des Ardennes. Voici le tableau qui résulte de ce rapprochement :

FOBAGE DE GRENFELLE.		CARTE GÉOLOGIQUE DE FRANCE.	CARTE DE NORD. — (M. Meugy.)	CARTE DE L'AISSNE. — (M. le vicomte d'Archiac.)	CARTE DES ARDENNES. — (MM. Sauvage et Buvignier.)
Terrain tertiaire.	50m	"	"	"	"
Graille blanche, avec silex 150- maques.	27m	Terrain crétacé supérieur (C ¹).	Graille avec plus ou moins de silex.	Graille blanche (C ¹).	Graille.
Id., avec hautes de dolomite et silex plus petits.					
Graille grise, compacte, sans silex.	120m		Graille chloritée.		
Graille verte, avec points verts de silicate de fer, Silex, Marnes blanches, Id., et veines de marne verte, avec points verts de silicate de fer.	60m	Terrain crétacé inférieur (C ²).	Graille plus ou moins marneuse, avec silex (calots de Mons). Fortes laines, blanches, petits hautes, dièves. Marnes chloritiques (tourteris, nervieux)	Graille marneuse (C ²) (Graille inférieure).	
Gault.	47m				

Ainsi, dans les Ardennes, M.M. Sauvage et Buvignier n'ont fait aucune division; M. le comte d'Archiac a seulement séparé la marne crayeuse (Dièves du Nord) du reste de la formation. Enfin, dans le Nord, on a fait commencer l'étage supérieur à une couche de craie chloritée dont l'épaisseur n'est que de quelques mètres et qui se trouve assez régulièrement superposée aux silex inférieurs.

J'ai cherché à me rendre compte des motifs qui avaient pu militer en faveur de tel ou tel mode de représentation de la forma-

tion crayense, et pour cela, j'ai fait quelques excursions aux environs de Réthel, de Rozoy et de Montcornet, afin de chercher s'il était possible de reconnaître dans les Ardennes et dans l'Aisne les couches qui ont été distinguées dans le nord et dans la Belgique.

Pour faciliter le compte rendu de mes observations, ainsi que l'intelligence des faits recueillis, je joins ici (Pl. I) un croquis de mes itinéraires, où l'on pourra suivre ma description sans être obligé de chercher sur une carte la situation géographique des lieux que je devrai citer.

De Monthois à Vouziers et à Boureq. — A 1 kilomètre à l'est de Monthois, sur la route de Challerange, la gaize se charge de chlorite à sa partie supérieure et donne lieu à une espèce de terre verdâtre sableuse qui ne fait aucune effervescence avec les acides. A cette terre sableuse verte que j'ai vue aussi représentée au-dessus de l'argile du gault dans les falaises de Wissant, succède une marne chloritée avec beaucoup de coquilles (*Pecten asper*, *Ostrea carinata*, etc.), auxquelles adhèrent des nodules noirâtres de forme irrégulière (appelées dans le pays *Coquins* ou *Crottes du Diable*), et dans lesquelles on a constaté une notable proportion d'acide phosphorique. C'est là la base des marnes de la craie; c'est le tourtia nervien du département du Nord. J'ai observé près de Wissant la même roche marneuse grise avec points verts renfermant les mêmes nodules et les mêmes coquilles. Cette couche est aussi l'équivalent exact de la marne chloritée du Cap La Hève dont j'ai vu un échantillon avec *Pecten quinquecostatus* dans les collections de l'École des mines. En suivant la route de Monthois à Vouziers, on voit sur le plateau, en face de Saint-Morel, les mêmes marnes sableuses verdâtres superposées à la gaize qui affleure sans interruption de Savigny jusqu'à Vouziers. La plaine entre Vouziers et Boureq est à peu de distance de Vouziers, constituée par une série de banes de marnes et de calcaires marneux de couleur blanche, grise ou bleuâtre qui alternent entre eux et se continuent jusqu'en haut de la côte. En montant la rampe, près de l'éboulement qui s'est produit sur un des côtés de la route, on remarque plusieurs couches de marne grasse bleue et grise avec quelques coquilles (*Ostrea vesicularis*, *Inoceramus*, etc.). Au-dessous de l'escarpement où se trouve la rue Haute, il existe un banc de calcaire compact très dur entre deux couches de marne grise. Ces alternances de marne grise et de calcaire marneux blanchâtre se poursuivent au delà du village. Je les ai suivies jusque vers le haut de la côte, à 1 kilomètre de Boureq, sur la route de Réthel. Plus loin, on ne voit plus que de la craie pure,

et le passage des marnes à la craie se fait avec une gradation telle, qu'il ne semble pas possible de tracer en ce point une limite nette entre les deux étages.

Environs de Réthel. — La ville de Réthel se trouve à la limite du terrain marneux et de la craie proprement dite, et le fait le plus saillant qui ressort de cette situation et qui intéresse particulièrement l'agriculture, c'est que les terres au nord de la ville sont beaucoup meilleures que celles du sud au delà de la vallée de l'Aisne, précisément parce que ces dernières reposent immédiatement sur la craie blanche, tandis que les autres ont pour sous-sol des couches plus ou moins marneuses qui retiennent un peu d'humidité. Tous les bas-fonds autour de la ville sont dans des marnes plus ou moins argileuses. On peut les observer dans les talus escarpés qui forment la rive droite de l'Aisne au bout des îles, près du cimetière, en haut de la ville et à l'extrémité du faubourg des capucins. Dans le chemin qui conduit du château à la route de Mézières, on voit encore des marnes grises avec des craies moins argileuses. Il n'y a que les deux hauteurs au nord-est et au nord-ouest, où sont les moulins à vent, qui soient couronnées par des lambeaux de craie.

Ainsi du côté du nord-est, sur la route de Mézières, on voit dans les fossés, en montant à 1 kilomètre de Réthel et en descendant à 1 kilomètre et demi plus loin, une craie grise plus ou moins chloritée, superposée aux marnes et supportant une craie parfaitement blanche qui s'étend jusqu'au moulin Martinet, où est ouverte une petite carrière. Immédiatement au-dessous de cette craie grise se trouve une masse de craie marneuse au milieu de laquelle est ouverte une carrière voisine de la route qui fournit des matériaux pour soutenir les berges de la rivière. On y remarque une petite veine de silex pyromaque dirigée N. 13° E. et inclinée de 3° au sud, et une couche de marne grasse à la partie supérieure. J'ai suivi les marnes à l'est de Réthel, tout le long du chemin de Bessons à la route de Mézières. Je les ai observées aussi à Biermes, sur la rive gauche de l'Aisne, où existe une carrière dans laquelle elles se montrent sous une craie marneuse plus blanche. La chaux de Biermes est considérée comme l'une des meilleures du pays. Elle a été employée de préférence à d'autres pour la construction du canal des Ardennes, ce qui tend à faire penser qu'elle jouit de propriétés hydrauliques. Les calcaires marneux qui peuvent fournir ces espèces de chaux n'existent en effet nulle part plus près de Réthel sur la rive gauche de la rivière d'Aisne.

Quant aux carrières ouvertes sur la route de Reims, elles n'ont mis à jour qu'un massif de craie sans aucun silex, dont les anfractuosités sont remplies par une alluvion composée de petits fragments crayeux cimentés par une pâte de même nature, et dont l'épaisseur visible atteint jusqu'à 7 mètres. On utilise cette alluvion pour crépir les murailles.

En s'élevant du bout des îles de la route d'Écly, on remarque une succession de marnes plus ou moins grises, plus ou moins friables, et des couches crayeuses avec quelques silex; puis on parvient au sommet du coteau qui porte les moulins de Réthel, et où l'on ne voit plus que de la craie blanche. Mais dès qu'on descend en suivant la route d'Écly, ou en allant rejoindre celle de Signy-l'Abbaye, la craie se charge d'argile et devient plus grise. Cette dernière route est tout entière dans l'étage marneux jusque près de Novion-Porcien, où le Gault, représenté par une glaise gris-bleuâtre ou verdâtre, mêlée parfois de sable vert, et contenant beaucoup de nodules noirâtres (*coquilles*), repose sur le corallin. Le contact du gault et du terrain de craie est caché par une alluvion à galets de calcaire ou de gaize, qui recouvre toute la vallée du Plumion au sud de Provizy. Le bois de Triumont, contigu à cette vallée, est tout entier dans une marne grasse, appelée glaise dans la localité. En revenant toujours vers Réthel, on traverse le petit mont Joly, ainsi que la vallée de la Sarte, où l'on ne voit affleurer que des dièves grises, vertes et blanches. De cette dernière vallée à Réthel, le terrain a un aspect plus blanchâtre; mais ce sont cependant encore des marnes grises et blanches que l'on observe dans les talus et dans les fossés de la route. Les cantonniers m'ont dit qu'on y trouvait quelquefois des lits de silex. C'est ici le lieu de dire quelques mots d'un sondage qu'un filateur de Réthel, M. Maquet, fait pratiquer dans son usine, à l'extrémité du faubourg de Liesse. Ce sondage était parvenu, à la fin de septembre 1854, à une profondeur de 90 mètres: il a traversé 18 mètres de craie, ou plutôt de ces marnes crayeuses dont nous venons de parler à l'instant, et qui constituent le sol depuis Réthel jusqu'au bas-fond de la Sarte; puis il a pénétré dans les couches plus argilenses qui affleurent au nord de ce bas-fond. Si ce sondage parvient sans encombre aux sables du greensand, il fournira, comme à Grenelle, des eaux jaillissantes, car les affleurements du gault étant à 106 mètres au-dessus du niveau de la mer à Novion, et l'usine de M. Maquet n'étant qu'à la côte de 83 mètres, il y a une différence de niveau d'un vingtain de

mètres entre ces affleurements et l'orifice du trou de sonde (1).

Sorbon, Arnicourt, Sery, Justine, Inaumont. — Toutes ces communes sont encore dans les dièves grises qui alternent quelquefois sur les hauteurs avec des calcaires blancs grisâtres légèrement chlorités et souvent remplis de silex gris. J'ai observé ces silex en descendant à Arnicourt. Ils existent aussi à la partie supérieure des monts de Sery, à deux lieues et demie au nord de Réthel, et ils sont là tellement nombreux que parmi les pierres qui gisent à la surface du sol, il n'y en a pour ainsi dire pas une seule qui n'en renferme. Le village de Sery est noyé au milieu de vergers d'une riche végétation. Les dièves grasses y sont exploitées pour la fabrication des carreaux. On les mélange à cet effet avec une certaine quantité d'argile jaune, qui recouvre assez fréquemment le terrain crayeux sur les plateaux. Un des monts de Sery, au nord du village, est couronné par une surface plane assez étendue, qui le fait reconnaître de très loin, et qui, sans aucun doute, est formé en tout ou en partie de matériaux rapportés. On remarque, en effet, dans les talus qui bordent le plateau, et dont la hauteur est de 5 à 6 mètres, des débris de briques, de tuiles, de poteries, au milieu de marnes et de pierres désagrégées.

On trouve les silex gris sur toute la crête qui s'étend entre Sery et Inaumont. Les marnes qui se montrent à fleur de terre dans l'intérieur de ce dernier village, sont couvertes, en plusieurs points de la commune, par une couche assez épaisse de limon.

Barby. — La craie blanche proprement dite n'existe entre la rivière de Vaux et le ruisseau de Bourgeron que sur le plateau compris entre Sorbon et Barby. Ce plateau étant situé un peu plus au sud que les hauteurs de Réthel, relativement à la direction des affleurements, il n'est pas étonnant que, toutes choses égales d'ailleurs, la craie blanche s'y rencontre sur une plus grande surface. Le village de Barby, bâti sur le versant qui côtoie la vallée de l'Aisne, est tout entier dans la marne; mais la partie nord de la commune est crayeuse jusques et au-delà de la route de Réthel à Écly. A la bifurcation des deux chemins qui conduisent de Barby à Château-Porcien et à Écly, une carrière est ouverte dans une craie assez résistante, reposant sur un banc plus gris qui, lui-même, est superposé à une couche de marne dont la couleur est encore plus foncée. En venant d'Écly à Barby, on voit très distinctement

(1) Il résulte, d'une coupe approximative entre Réthel et Novion, que le gault ne serait atteint, chez M. Maquet, qu'à 112 mètres de profondeur au moins.

les marnes grasses près de la rivière de Vaux, sous une épaisseur variable d'alluvion crayeuse; on rencontre ensuite des calcaires marneux avec silex noirs, puis quand on commence à monter rapidement, les silex s'enfoncent sous une craie grise, à laquelle succède la craie blanche pure.

Château-Porcien, Écly, Sou, Remoncourt. — A l'ouest de la rivière de Vaux, la craie blanche prend encore plus d'extension, parce que, à égalité de niveau, on s'éloigne des bords du bassin, et parce que, à égale distance de ses bords, le terrain devient beaucoup plus élevé. C'est ainsi que la craie occupe toute la partie supérieure du plateau compris entre Château-Porcien et Remoncourt.

La ville de Château est située à deux lieues environ en aval de Réthel, sur un versant rapide, qui limite au nord la vallée de l'Aisne. Au bas de la ville existe une falaise abrupte, au pied de laquelle on peut observer une couche de marne très tendre, feuilletée et de couleur grise, sous un massif crayeux d'une blancheur uniforme. On ne remarque rien de particulier en montant la côte, si ce n'est que la craie paraît plus blanche et plus pure vers le haut.

Au moulin à vent du Blamont, à 1 kilomètre au sud de Sou, la craie est parfaitement blanche et ne renferme aucun silex. On y voit beaucoup de *catillus*. Mais en descendant du moulin à Sou, on voit paraître d'abord une craie grise, un peu chloritée, puis des alternances de marnes grasses et de calcaires crayeux d'un blanc sale pénétrés de silex gris et noirs. Les mêmes roches affleurent sur le versant opposé au nord du village où elles sont recouvertes par une couche de craie légèrement chloritée, dont j'ai recueilli un échantillon avec une *Ostrea flabelliformis* (Nilson). Plus loin, vers Herbigny, ce sont encore les mêmes couches avec des caractères identiques.

Les côtes qui avoisinent Écly étant assez basses relativement au plateau qui les domine, sont toutes marnieuses.

Si l'on descend du moulin de Remoncourt dans la vallée voisine, en suivant la route de Rozoy, dirigée au nord-ouest, on observe encore, sous la craie franche avec *catillus*, une craie marneuse avec silex gris. On remonte ensuite sur un plateau couvert de limon, et l'on descend de nouveau vers Seraincourt, d'abord sur une craie marneuse d'un blanc sale avec quelques silex, puis sur des marnes de même teinte remplies de nombreux silex gris.

Seraincourt, Fraillécourt, Rozoy. — De Seraincourt à Rozoy, le sous-sol est presque constamment masqué par le limon, et l'on

ne voit plus d'affleurements que dans les coupures et les dépressions profondes. Quelques éminences sont même couronnées par des sables tertiaires, notamment entre Fraillicourt et Rozoy.

A moitié chemin de Seraincourt à Fraillicourt, il y a quelques ravins, dans lesquels on voit affleurer des marnes grasses de couleur grise; et avant d'arriver à Fraillicourt, à 1 kilomètre en deçà, on remarque dans la tranchée du chemin des bancs de craie plus ou moins marneuse aux quelques silex, puis des marnes en approchant du village.

Enfin, on rencontre encore, un peu avant Rozoy, des marnes grasses recouvertes par des sables tertiaires qui constituent la plus grande partie du sous-sol au sud de ce bourg.

Ainsi, à partir de Remoncourt, il n'y a pas apparence de craie blanche jusqu'à Rozoy-sur-Serre, bien qu'en suivant la route on ne se rapproche pas de l'affleurement des sables verts et que le terrain s'élève de plus en plus vers le nord-ouest. Cependant si la surface souterraine sur laquelle s'appuie le dépôt crayeux était également inclinée dans toute son étendue, il est clair qu'à des distances égales des bords du bassin on devrait retrouver les couches de même époque aux mêmes niveaux. Puisqu'il en est autrement et qu'au contraire en marchant parallèlement à la ligne qui circonscrit le dépôt, on trouve les couches inférieures à des côtes plus élevées, il faut conclure que la surface qui sert de base au terrain de craie s'élève sensiblement du sud-est au nord-ouest.

Il résulte de cette disposition que la ligne de démarcation entre les marnes crayenses et la craie blanche proprement dite qui, aux environs de Réthel, présente sa convexité au sud, doit s'infléchir vers Seraincourt et se courber au delà dans un sens inverse, c'est-à-dire se diriger vers Montcornet en présentant sa convexité au nord.

J'ai pu vérifier ce fait en faisant une excursion à deux lieues au sud-ouest de Rozoy jusqu'au village du Thuël. En effet, je n'ai observé dans ce parcours que des marnes argileuses ou des calcaires marneux avec silex gris, roches que je connaissais déjà par mes tournées précédentes, et je n'ai commencé à rencontrer la craie blanche bien pure qu'entre Noircourt et le Thuël. Dans l'angle formé par la Serre et le Hurtaut, deux ou trois petites éminences seulement se détachent peut-être sous forme d'îlots crayeux au milieu du terrain environnant qui est entièrement compris dans l'étage inférieur, caractérisé par des calcaires légèrement chlorités et plus ou moins marneux, accompagnés souvent de silex gris. Ce pays est d'ailleurs parsemé de bouquets de bois assez fréquents, et

il est loin de présenter l'aspect ingrat des sols crayeux en raison des terrains plus récents qui en couvrent la superficie. Les puits domestiques du Thuel n'ont pas moins de 190 à 200 pieds de profondeur. Ils traversent au-dessous de la craie un banc très dur de vingt-cinq pieds d'épaisseur avant d'atteindre le niveau d'eau qui est sans doute déterminé par les marnes dont on voit les affleurements dans le chemin creux en sortant de Noircourt. On peut s'assurer, en construisant la coupe de Rozoy au Thuel, que les roches existant à 200 pieds sous ce dernier village doivent sortir au jour à près de 4 kilomètres au nord.

Si l'on suit la nouvelle route de Rozoy jusqu'à la tranchée pratiquée un peu au-dessus de l'église, on voit très nettement des marnes grises qui passent sous une craie marneuse blanche avec beaucoup de rognons siliceux. Il y a quelques poches remplies de glaise verdâtre tertiaire, et entre cette glaise et le terrain crayeux on voit des indices de sable. Le tout est recouvert par une épaisseur variable de limon.

Dans un ravin étroit et profond de 12 à 15 mètres au sud-est de Rozoy, on voit les mêmes alternances de craie marneuse grise et blanche avec des silex. Les talus ont jusqu'au bout du ravin un aspect terreux qui indique la marne plutôt que la craie. Je considère ce terrain comme étant l'équivalent de celui de Marly, près Valenciennes, et de celui de Bouvines et Sainghin, près de Lille, où j'ai déjà signalé l'existence de couches avec silex gris semblables à celles dont il a été question ci-dessus (1).

En montant la côte d'Apremont au nord-est de Rozoy, on remarque d'abord, en entrant dans le hameau, une marne grise avec quelques silex, puis une couche crayeuse, puis de nouveau une marne grasse analogue à la précédente. Une veine de glaise tertiaire avec cailloux à la base se montre en certains points entre la formation crayeuse et le limon. Ces cailloux sont exploités. On observe exactement les mêmes faits sur le chemin d'Archon, en descendant vers la ferme Saint-Georges.

Montcornet. — Sur la route de Montcornet à Vervins, à 4 kilomètres environ du bourg, on remarque en montant une couche de craie grise inférieure à une craie plus blanche avec quelques silex qu'on extrait pour l'alimentation d'un four à chaux. A 5 ou 600 mètres de ce point, vers le nord-ouest, se trouvent les carrières de pierre de taille de Chaource qui sont ouvertes dans un massif de craie plus ou moins résistante. On y observe des

(1) *Géologie de la Flandre française*, p. 88.

nodules, des veines, de petits nids, de petits filets qui se détachent en gris sur la pierre et se fondent dans la masse. Les ouvriers les connaissent sous le nom de *Nœuds*. Ce sont probablement les *Durillons* ou *Oëils-de-Fendrix* dont parle M. d'Archiac dans sa description géologique du département de l'Aisne. Il paraît, d'après l'analyse qualitative qu'on en a faite, que ces nœuds ne sont autres que du calcaire avec une certaine proportion de silice. On ne les trouve que dans la craie blanche. Ils se concentrent quelquefois de manière à donner lieu à des bancs entiers d'une grande dureté. La pierre prend même dans certains cas une texture compacte d'un grain remarquablement fin qui rappelle celle du calcaire lithographique. Les échantillons que j'ai recueillis proviennent d'anciennes fouilles pratiquées dans un petit bois voisin d'une des carrières de la Malmaison, à cinq lieues au sud de Montcornet. Ces carrières ont 12 à 15 mètres de profondeur dans une craie complètement dépourvue de silice.

Outre cette particularité spéciale à la craie blanche, j'ai remarqué dans les mêmes carrières, ainsi que dans celles de Lappion, une craie jaune magnésienne mouchetée de manganèse avec nœuds ou durillons, exempts de taches brunes, des dolomies sableuses grisâtres et enfin des nodules tuberculeux qui sont durs, pesants, cristallisés à l'intérieur et qu'on emploie pour l'entretien des routes sous le nom de *Buquands*. Ces nodules sont remarquables par la forme mamelonnée très prononcée qu'ils affectent. Ils paraissent n'être composés que de calcaire ferrugineux et magnésien. On les a exploités jusqu'ici sur les territoires de Chaource, du Gros-Dizy, de la Selve, de Bucy, de Boucourt et de Lappion. Ces concrétions sont jaunâtres. Une pellicule de dolomie sableuse, tendre, enveloppe la masse cristalline intérieure qui est tantôt à larges facettes, tantôt saccharoïde, tantôt même peu distincte de la substance qui forme la croûte, laquelle est imprégnée de petits cristaux et constitue toute la masse. C'est dans une carrière toute voisine du village de Lappion que j'ai vu ces curieux tubercules en place. L'exploitation a lieu, partie à ciel ouvert, par une tranchée de 2 à 4 mètres de largeur et partie souterrainement par petits ravages. On voit dans cette excavation, dont la profondeur est de 6 à 7 mètres, les nodules juxtaposés les uns aux autres et présentant un aspect assez semblable à celui d'un amas d'ossements. L'épaisseur du dépôt est variable et atteint jusqu'à 4 mètres. Au fond de la carrière paraît une roche compacte extrêmement dure, quelquefois traversée par des cavités sinuuses très irrégulières, puis viennent les nodules au milieu desquels se trouvent quelques

grosses pierres semblables à celles du dessous. Le tout est recouvert par des fragments de craie plus ou moins volumineux, empâtés dans une terre crayeuse peu consistante. Ces nodules sont donc remaniés; ils ont pu être détachés des massifs qu'ils formaient par leur agglomération, et comme ils sont plus lourds que la craie, il est naturel qu'ils occupent la partie inférieure du dépôt. On trouve dans les fragments de craie beaucoup de durillons qui ont quelquefois l'aspect cristallin comme les *Buquands*. A la partie supérieure, on remarque une quantité de petits fragments de craie blanche qui indiquent que cette roche a été plus facilement désagrégée par les eaux. Elle est même, en certains points, réduite à l'état de poussière fine semblable à du sable. Les fragments un peu volumineux sont de craie grise manganésifère avec durillons. Les plus petits sont de craie blanche.

Il résulte de l'exposé précédent :

1° Que la craie chloritée du Nord dont la constance a permis de diviser dans ce département comme en Belgique le terrain crayeux en deux étages, se perd vers le sud-est, où les grains de sable mêlés à la craie deviennent tellement rares, qu'il est pour ainsi dire impossible de distinguer cette couche de certains calcaires marneux situés à un niveau plus bas et dans lesquels il y a aussi des grains fins de chlorite; que, par suite, la présence du sable vert cesse d'être de ce côté un caractère pour séparer l'étage supérieur de la craie de l'étage inférieur.

2° Que les silex observés entre Réthel et Rozoy appartiennent à l'étage des marnes et non à celui de la craie blanche, et qu'ils sont par conséquent parallèles aux *cornus* de Valenciennes et aux *rabots* de Mons.

3° Que ces silex se prolongent sur une grande étendue, du nord-ouest au sud-est, sans changer d'aspect, puisque les échantillons provenant de Mons et de Sery, près Réthel, sont pour ainsi dire identiques.

4° Que néanmoins ils paraissent être beaucoup plus abondants vers les bords du bassin où ils ont généralement une teinte grise (1), et qu'ils finissent par disparaître entre Réthel et Vouziers.

5° Qu'on peut, quand on les rencontre, les classer dans les marnes et établir immédiatement au-dessus un plan de séparation

(1) On a une preuve frappante de l'accumulation des silex vers les affleurements, par ce qui se passe à Nimy, près Mons, où ils ne forment plus qu'une masse compacte, exploitée pour le pavage.

qui coïncidera, à peu de chose près, avec celui adopté dans le nord entre les systèmes nervien et sénonien.

6° Qu'il existe un intervalle très grand au sud de Réthel et de Montcornet, où il n'y a pas apparence de matière siliceuse, et que cet intervalle correspond à la craie grise compacte sans silex du puits de Grenelle.

7° Enfin, que l'inclinaison de la surface souterraine sur laquelle repose le terrain de craie étant susceptible d'augmenter vers l'est, c'est peut-être à cette circonstance qu'est due la disparition des grains verts ou des silex signalée ci-dessus, en raison de la plus grande profondeur des eaux vers les Ardennes.

Il me reste à dire quelques mots sur la convenance de placer la limite des deux systèmes nervien et sénonien entre les silex et la craie chloritée, ou entre cette dernière et la craie blanche. On peut, à cet égard, éprouver un certain embarras; car c'est là qu'a précisément lieu le passage du système marneux inférieur à la craie blanche proprement dite. Dans les localités où la craie chloritée est bien caractérisée, on est tenté de la placer à la base du système supérieur, et l'on a ainsi l'avantage de partager la formation crayeuse en deux parties complètement symétriques, l'une inférieure marneuse, l'autre supérieure crayeuse, commençant toutes deux par une couche chloritée et se terminant aussi toutes deux par des banes de silex. Mais quand la craie chloritée n'est plus aussi distincte des couches inférieures, on a une raison pour la relier avec celles-ci parmi lesquelles plusieurs sont aussi parsemées de grains verts très fins. Quoi qu'il en soit, l'épaisseur de la craie chloritée n'étant jamais considérable, cette question n'a que peu d'importance au point de vue du tracé des limites géologiques.

Il est bon, toutefois, de remarquer que la craie chloritée existe ailleurs que dans le nord de la France; car elle a été rencontrée à Grenelle, et un sondage que M. Mulot pratique en ce moment près de Saint-Quentin paraît aussi l'avoir atteinte à 172 mètres de profondeur (1).

Le sujet dont je viens d'avoir l'honneur d'entretenir la Société

(1) Fabrique de sacre de M. Périer à Flaville Martel, près Saint-Quentin. — Profondeur du forage le 30 octobre 1854 : 255 mètres. On a d'abord trouvé de la craie à silex, puis de la craie sans silex; à 172 mètres on a atteint une couche de craie d'un gris très foncé, contenant beaucoup de sable (craie chloritée); de 172 à 224 mètres, craie plus ou moins argileuse avec silex, puis craie argileuse (dièves).

est peut-être un peu abstrait ; mais je crois qu'on ne peut trop s'attacher à recueillir tous les faits de nature à éclairer sur le classement des couches crayeuses, et à établir à plusieurs niveaux des jalons qui puissent servir de repères pour se reconnaître au milieu d'une formation si puissante dont l'uniformité d'aspect est susceptible de tromper les yeux les plus clairvoyants et de laisser des doutes sur les rapports d'âge entre deux roches observées en différents points. L'étude minutieuse du terrain de craie intéresse d'ailleurs à la fois l'industrie au point de vue de la découverte des sources et l'agriculture à celui de la recherche des amendements.

Après la lecture de la note de M. Meugy, M. Delaunoy s'exprime en ces termes :

Je désirerais présenter quelques observations, non point sur la communication que vous venez d'entendre, mais sur les coupes et les rapprochements tracés à cette occasion sur le tableau.

M. Meugy, dans son *Essai sur la géologie de la Flandre française*, nous a déjà fourni des détails fort intéressants sur la craie du Nord, mais il y a adopté une classification, celle de M. Dumont, qui me paraît basée un peu trop exclusivement sur des considérations minéralogiques et stratigraphiques ; je désirerais que M. Meugy pût l'étayer aujourd'hui par quelques preuves paléontologiques.

Et d'abord, pour éviter toute méprise, je dois déclarer que l'incertitude de la classification plane exclusivement sur les formations crétacées de la Gaule Belgique. Ce bassin, formé, d'après M. Élie de Beaumont, à la suite du soulèvement des Pays-Bas, était bien différent du bassin parisien : il ne formait qu'une mer extrêmement peu profonde sur les tranches nivelées des terrains paléozoïques. Ce fond, remarquablement plat, s'émergeait peu à peu vers l'Éifel, les Ardennes et le Boulonnais. Sur les bords les moins élevés de ce bassin, entre Maubeuge et Marquise, des dépôts triasiques, exclusivement formés de débris des terrains inférieurs, ont été roulés et accumulés en hanes peu inclinés, de manière à exhausser la crête de partage, dite *Ligne de l'Artois* (1), et à ne permettre l'accès sur les hauts fonds du bassin belge qu'aux dernières, c'est-à-dire aux plus élevées des formations secondaires.

Maintenant, quel est l'âge précis de ces dernières formations

(1) D'après M. d'Archiac, voyez *Bull.*, 2^e sér., vol. II, p. 148.

secondaires?... voici la difficulté que je signale, sans avoir la prétention de la résoudre. Je vais tâcher d'indiquer ici les concordances que signalent les publications de MM. Meugy et Dumont.

Classification des formations crétacées d'après M. Meugy et Dumont.

EN FRANCE.	EN ANGLETERRE.	EN BELGIQUE.	SYSTÈMES.
Craie pisolithique.	(Manque.)	Calcaire, poudingues glauconie, polyptère.	Maestrichtien.
Craie blanche.	Upper chalk.	Craie, glauconie, calcaire gros silex, silex divers.	Senonien.
	Lower chalk.	Calcaire grossier, silex gris.	
Craie tuffeau.	Chalk marl.	Marne.	hercynien.
	Upper greensand.	Gravier, glauconie.	
Craie du gault.	Gault.	Psammite, glauconie, marne.	
Craie néocontienne.	Lower greensand.	Argille glauconifère, marne.	Hercynien.
Sables sales.	Terrain wealdien.	Callo-sax, argille, lignite.	
Torrent des mineurs.		Fe.	Achémien.

Ces rapprochements rencontrent des contradicteurs : ainsi MM. d'Archiac, de Koninck et autres géologues paléontologistes, font remonter le système *hercynien* au niveau de la craie tuffeau. Ils admettraient tout au plus que l'élément le plus ancien de ce groupe, le *tourtia*, puisse être contemporain de quelques assises du *gris vert supérieur*. D'après cela le *gault* manquerait.

Enfin M. d'Archiac, qui ne met pas le terrain *wealdien* dans la craie, n'y place pas non plus le *torrent* des mineurs du Hainaut et les sables d'Aix-la-Chapelle.

L'étude des fossiles est d'autant plus nécessaire pour étudier cette question, que les caractères minéralogiques y sont très variables et fort insuffisants. Ainsi toutes les assises calcaires de la craie contiennent des silex ; et la glauconie surabonde tellement dans tout le bassin, que M. Dumont la cite jusqu'à treize fois dans sa légende des terrains tertiaires et crétacés. Ce minéral ne peut donc plus guère servir dans ces contrées de caractère distinctif.

Et, à ce propos, permettez-moi de réclamer contre la fausse synonymie des mots *glauconie* et *chlorite* que nous avons le tort d'employer indistinctement. La chlorite appartient aux roches

pyrogènes, et la glauconie aux terrains sédimentaires; nous devrions, d'après cela, répudier les expressions de *grès chlorité*, de *craie chloritée*, etc.

M. Delesse fait observer que si la glauconie se rencontre dans presque toute la série des terrains, elle peut cependant servir à caractériser et à reconnaître une couche ou un étage, au moins dans une étendue limitée. Il ajoute d'ailleurs que le mot de *glauconie* doit être complètement substitué à celui de *chlorite*, donné à une époque à laquelle on n'avait pas de notions précises sur ces minéraux; car les grains verts de la craie et de la base du calcaire grossier sont toujours formés par un silicate de fer et de potasse dont la composition diffère entièrement de celle de la *chlorite*.

M. Delanoue reconnaît l'exactitude de l'observation de M. Delesse et l'importance de la composition minéralogique pour distinguer les diverses assises d'une contrée déterminée; mais il pense qu'on doit répudier ce diagnostic lorsqu'il s'agit, comme dans le cas actuel, d'établir des rapprochements entre deux bassins différents. Ainsi, la glauconie donne dans le Nord les apparences de la craie tuffeau à des assises contenant tous les fossiles de la craie de Paris (*Catulus Cuvieri*, *Ananchytes ovata*, etc., etc.); dans cette circonstance, la glauconie n'est donc plus un caractère distinctif, mais une cause d'erreur.

M. Bourjot fait la communication suivante :

Note sur le terrain de transition des Pyrénées, et plus particulièrement de la vallée d'Ossau.

Le terrain paléozoïque des Pyrénées n'a pu encore être débrouillé dans ses différents membres ou étages.

En effet, ou d'une part les vallées de dislocation, plus tard d'érosion, perpendiculaires à la chaîne, n'ont pas été assez profondément creusées par les causes réunies des commotions du sol et du ravage subséquent des eaux pour que l'œil de l'observateur puisse atteindre jusqu'aux étages inférieurs, ou ces étages inférieurs, là où ils sont accessibles, ont été si complètement métamorphosés par les émanations magnésiennes ou talqueuses, que la roche a perdu ses caractères paléozoïques, et l'on ne trouve plus

au contact plus ou moins immédiat des granites amphiboliques d'abord, puis des masses dioritiques, que des calcaires cristallins, des cipolins, des talcschistes assez confusément mêlés, comme on peut l'observer sur la tranche vive des roches entamées pour faire passer le cordon de route qui, de Laruns, remonte vers les Eaux-Chaudes et Gabas, longeant le Houra ou Pertuis dont la profondeur sert de lit au torrent qui devient plus loin le gave d'Oloron.

Les vallées principales de dislocation, et en prenant pour exemple la vallée d'Ossan qui s'étend dans une direction presque rectiligne N.-N.-O., S.-S.-E., d'Arudy ou de Louvie, d'abord jusqu'à Laruns, puis de Laruns après le ressaut du Houra jusqu'à Gabas et aux pentes du pic du Midi de Pau, ces vallées n'ont pas une très grande profondeur relative : car si à Pau nous avons au pont du Gave 173 mètres au-dessus de la mer, à Louvie, à l'entrée de la vallée d'Ossan, au 26^e kilomètre en partant de Pau, nous avons, au niveau du thalweg de la vallée, 413 mètres de hauteur absolue ; à Laruns, au 33^e kilomètre, 514 mètres ; enfin, pour les deux stations des Eaux-Chaudes et Eaux-Bonnes, à peu près 651 mètres ; et à Gabas, au 50^e kilomètre de Pau, 961 mètres, tandis que les montagnes formant des murailles qui encaissent ces vallées, surtout dans la première partie, n'atteignent guère plus de 1000 à 1200 mètres de hauteur absolue, et au moins, de Louvie à Laruns, présentent plutôt des croupes et des plateaux que des déchirures abruptes.

En avant du ravin du Valentin, qui s'étend du col de Tortés à la vallée de Laruns, ces sommets sont plus déchirés, et sous le nom des monts de la Latte, de pic de Ger, de monts Gourry, atteignent une hauteur qui varie entre 1500 et 1700 mètres. Ici, en effet, on se rapproche du centre d'éruption granitique d'abord, puis dioritique, dont le massif à trois têtes qui compose le pic du Midi de Pau est l'expression suprême et la plus énergique en ce point.

En suivant les pentes du ravin du Valentin, et en gravissant la montagne d'Aas ou montagne Verte, en face de la station des Eaux-Bonnes, on rencontre une succession de : 1^o talcschistes ; 2^o de schistes argileux ou ardoisiers ; 3^o de grès lustrés en banquettes peu puissantes ; 4^o des schistes siliceux surmontés par cette formation de calcaires grisâtres déposés en plaquettes autrefois horizontales, puis relevés vers le pic de Ger de la manière la plus fortement inclinée. Il s'agissait donc de trouver, depuis le fond de la vallée principale et des vallées de jonction, toute la série des

membres du terrain paléozoïque, et ce travail paraîtrait, au premier abord, assez facile si l'on s'en tenait à la nature des roches: car, la fracturation a amené bien moins de désordres que l'on ne penserait dans la disposition des couches, et il y a répétition exacte d'une vallée transversale secondaire avec celle qui lui succède en avant ou en arrière, si elles sont de la même profondeur. Tous les étages de phyllades lustrés attribués au terrain silurien inférieur, ou, comme l'on dit aujourd'hui, de la faune primordiale ou première, ici faisant défaut, les quartzites, les ardoisières de la montagne d'Aas, de Laruns et de Bagès, devront être attribués au terrain de la faune deuxième, et les terrains des schistes siliceux et des calcaires aux terrains siluriens supérieurs et même à l'étage dévonien.

Malheureusement les fossiles sont bien rares dans ces terrains.

Un seul collecteur local, M. Gaston Saccaze, a pu jusqu'ici mettre de côté quelques fossiles: mais on se plaint généralement de leur état fruste, et, par cela même, indéchiffrable. Espérons que le fils d'un de nos collègues, M. de Wegmann, récemment nommé garde général des forêts à Laruns, portant un nom cher à la géologie, cherchera à mieux déterminer les strates du terrain paléozoïque entier qui, pour la montagne d'Aas et celle de Laruns, n'aurait pas en tout 600 à 800 mètres de puissance.

Les ardoisières de Laruns et d'Aas ont fourni à M. Saccaze, si ma mémoire ne me fait défaut, un trilobite enroulé qui n'a paru être un *Phacops*, ce qui ferait de ces ardoisières le terrain silurien supérieur ou de la faune troisième; une *Némertite* ou traces des cirrhes ambulacraires d'une annélide errante de ces mêmes ardoisières.

On trouve aussi supérieurement à ces ardoises d'autres schistes siliceux se débitant d'eux-mêmes en dalles rhomboédriques: ce sont d'assez grosses masses pétries de moules et d'empreintes qui m'ont paru se rapprocher des moules de l'*Orthis Beaumontii* de la collection des mines, ou de l'*Orthis reticularis* des auteurs, aussi et plutôt dévonienne que silurienne. Quant aux calcaires qui surmontent le tout et convrent comme un manteau toutes les formations sous-jacentes, quand eux-mêmes ne sont pas disloqués, relevés en murailles abruptes ou cirques, comme autour du pic d'Ossau, ils paraissent être dévoniens. Je l'avais soupçonné en voyant chez M. Saccaze un fragment d'un polypier strié, arraché par lui, disait-il, au sommet du pic de Ger, et que je trouvais semblable au *Cyathophyllum flexuosum* de la *Lethæa* géognostique de Brown,

seul livre que j'eusse avec moi. M. le docteur Taras m'a remis des fossiles qu'un douanier a recueillis dans les masses calcaires qui entourent le pic d'Ossau comme un vaste cône d'effondrement, des *Calamopora polymorpha*, le même *Cyathophyllum flexuosum*, une Térébratule, qui serait le *Gryphus* ou *Terebratula uncites*.

Un Bellérophie que j'avais ramassé dans les décombres qui ont formé au pied des escarpements de Gourry un épais conglomérat détritique composant les talus des Eaux-Chaudes, enfin des *Spirifer* dont les nus sont énucléés, et que M. Saccuze a dû garder, m'ont paru, avec ceux encore empâtés dans le calcaire, que j'ai remis à M. Hébert, se rapprocher des espèces plissées à gros plis, *Spirifer speciosus*, *S. macropterus*, et *S. micromatus*.

Cet ensemble de faits indiquerait à l'œil exercé du géologue éminent auquel j'ai soumis ces fossiles que, dans cette partie des Pyrénées comme du côté de Gavarnie, vallée de Gèbres, plaine ou pêne de Brala, comme du côté du mont Perdu, on aurait pu observer au plus quelques témoins de la faune silurienne supérieure, peu de témoins de la faune deuxième; rien, absolument rien de la faune primordiale, et que les formations calcaires si importantes des Pyrénées, marchant vers l'axe de la chaîne, se rapporteraient au terrain dévonien, abandonnant le nom de calcaire de montagne qu'ils portent dans la nomenclature de M. de Charpentier. Ces calcaires, à la droite du pic d'Ossau, vers le côté ouest de la chaîne, à partir du col des Moines et de Bious-Artigues, en allant vers Bayonne et sur le versant espagnol du Roumibat et de la Canonrouge, ou vers Salient et Peuticosa, portent en stratification concordante (la fracturation les ayant brisés de même façon en immenses parallépipèdes, les calcaires dévoniens, les grès rouges lie de vin superposés. Ici se présente une difficulté. Ces grès sont-ils eux-mêmes dévoniens, c'est-à-dire les psammites de Condros, ou le vieux grès rouge des Anglais? ou doit-on les rapprocher de la formation du grès bigarre du contour des Vosges? Cette question, vu l'absence des fossiles, paraît difficile à résoudre; si l'on réfléchit à la parfaite concordance des strates que j'ai observée au col des Moines jusque dans la vallée de Baigorry, on pourrait croire avoir affaire au vieux grès rouge des Anglais. La stratigraphie dit *oui* pour cette détermination, et l'on attend l'arrêt sans réplique de la paléontologie... Quand viendra-t-il?... Ces grès sont revêtus eux-mêmes par le calcaire crâcé à Hippurites des Pyrénées.

M. de Verneuil demande la permission d'ajouter quelques

mots sur l'homme dont vient de parler M. Bourjot, sur M. Gaston Saccaze. En passant par les Eaux-Bonnes, cet été, il a entendu parler de cet ancien gardeur de troupeaux qui, seul et à l'aide de quelques livres, avait étudié l'histoire naturelle, et s'était fait une telle réputation de savant, que tous les étrangers allaient le visiter, et que les ministres, amis des sciences, témoins de ses efforts, lui avaient envoyé, de la part du gouvernement, des baromètres et autres instruments, des livres et une pension de 600 francs. Il s'attendait à trouver un homme gâté par cette espèce de célébrité locale, et d'autant plus infatué de lui-même, qu'il était plus au-dessus de son entourage. Il fut agréablement surpris de voir un homme grave, simple, d'une figure intelligente et encore belle malgré son âge, désireux d'apprendre et plein de modestie, enfin le vrai modèle de ces montagnards chez qui la beauté de la nature a éveillé le désir de l'étudier. Gaston Saccaze, armé de son baromètre, qu'il s'est empressé de comparer avec ceux de MM. de Lorient et de Verneuil, parcourt depuis plusieurs années toutes les montagnes à plusieurs lieues à l'entour du village de Beost, où il habite, et c'est en en recueillant les plantes et les minéraux, qu'il a découvert les fossiles que M. Bourjot vient de présenter à la Société. Avant lui, personne n'avait découvert de fossiles près des Eaux-Bonnes. Pallassou en avait cité quelques-uns près des Eaux-Chaudes, et M. Bertrand-Geslin y avait également trouvé, il y a vingt ans, des fragments de *Cyathophyllum* qui ne suffisaient pas à la détermination précise du terrain.

Les fossiles découverts par Gaston Saccaze sont au contraire caractéristiques et ajoutent des documents nouveaux à la géologie pyrénéenne. Bien qu'ils soient en général dans un assez mauvais état de conservation, on peut y reconnaître plusieurs espèces incontestables, telles que : *Pleurodyctium problematicum*, *Cyathophyllum turbinatum*, *Favosites? ramosa* (voy. Lonsdale, *Geol. trans.*, t. V, p. 703), *Caninia*; *Terebratula reticularis*, *T. sub-Wilsoni*, *Spirifer paradoxus*, Schl.; *Orthis striatula*, *O. hipparionix*, Schnur; et des *Myriamites*. Tous ces fossiles, à l'exception du dernier, sont dévonien, et plusieurs, tels que la *Terebratula sub-Wilsoni*, le *Spirifer paradoxus*, l'*Orthis hipparionix* et le *Pleurodyctium problematicum*,

sont caractéristiques de la partie inférieure que les Allemands appellent *Spirifer sandstein*, et à laquelle M. Damont a donné le nom de *terrain rhénan*.

Il n'est pas impossible que le terrain silurien soit représenté aux Eaux-Bonnes par les ardoises à Myrianites et à tiges d'Encrines, mais c'est encore incertain. Ce sont en général les couches dévoniennes qui décident prédominant dans la chaîne des Pyrénées, et jusqu'à présent on ne connaît de vrais fossiles siluriens, tels que *Graptolites* et *Cardiola interrupta*, que dans les environs de Saint-Béat, sur le versant nord, et dans ceux de Campron et de San-Juan de las Abadessas, en Catalogne, sur le versant sud.

Comme M. de Verneuil, M. Barrande persiste à regarder comme insuffisantes les preuves qui viennent d'être présentées de l'existence du terrain silurien dans les Pyrénées. Aucune raison n'empêche de croire que l'étage dévonien repose directement sur les massifs primordiaux.

M. Triger fait la communication suivante :

En terminant mes études géologiques de la Sarthe, je me suis aperçu que les limites que j'assignais à l'oolite inférieure de ce département ne s'accordaient pas parfaitement avec celles généralement admises en France par les géologues, qui, du reste, ne sont pas eux-mêmes d'accord entre eux sur le point où commence en réalité l'oolite inférieure.

Frappé de cette anomalie, je me suis trouvé dans la nécessité de chercher le moyen d'éclaircir cette question, c'est-à-dire de chercher à connaître d'une manière positive la limite supérieure et la limite inférieure de la division géologique à laquelle on a donné le nom d'*Oolite inférieure*.

Voyant que, pour arriver à ce résultat, je n'avais rien de mieux à faire que d'aller étudier ce terrain en Angleterre, sur les lieux mêmes où cette division a été établie, je me suis en conséquence rendu à Londres, où la collection du Musée La Bèche m'a fait connaître tout de suite, par son excellente disposition, non-seulement en quoi consiste en Angleterre l'*oolite inférieure*, mais encore quelle est sa faune et quelles sont les localités les plus riches en fossiles de ce terrain.

Ayant reconnu que, pour arriver à mon but, je devais visiter en première ligne les environs de Bath, de Cheltenham et de

Dundry, j'ai acheté des extraits de la belle carte de M. de la Bèche, sur lesquels se trouvent ces localités, puis je me suis rendu directement à Bristol pour commencer mon étude par l'oolite inférieure de Dundry.

Bristol est une fort belle ville dont une des extrémités, que l'on appelle Clifton, présente une gorge profonde dans laquelle coule l'Avon. Cette gorge offre, outre un coup d'œil magnifique comme paysage, une très belle coupe de calcaire carbonifère. Le centre de la ville, c'est-à-dire la partie basse, repose sur des marnes irisées dans lesquelles plusieurs puits ont été ouverts pour extraire de l'eau salée qui sert à la fabrication du sel.

Plusieurs tranchées de chemin de fer ont été ouvertes aussi dans ce terrain et l'ont mis à nu sur une hauteur de plus de 15 mètres; de sorte qu'à peu de distance de l'embarcadère, on peut parfaitement étudier le contact du lias avec les *marnes irisées*, dont la couleur rouge et verdâtre offre un contraste frappant avec la couleur sombre des marnes du lias.

Si de Bristol on se dirige vers Dundry, pendant une heure environ on marche constamment sur des marnes liasiques, en s'élevant peu à peu dans la série des couches qui constituent ce terrain; puis on arrive sur le sommet d'un coteau fort élevé qui présente alors, sous une faible épaisseur, les premiers dépôts de l'oolite inférieure.

On chercherait en vain des fossiles dans les nombreuses carrières ouvertes le long de cette route: toutes offrent une alternance de couches minces de calcaire et d'argile bleue qui rappellent parfaitement le terrain que l'on traverse en France entre Carentan et Valognes; mais, contrairement à ce qui se voit dans cette localité, pas un fossile ne vient vous éclairer sur la place qu'occupent ces roches nombreuses dans les différents dépôts du lias.

Le sommet du coteau conduit directement au village de Dundry, que l'on aperçoit à peu de distance, et le pays présente alors un aspect frappant d'analogie avec la contrée qui renferme le même terrain dans le département de la Sarthe. Une vaste plaine dénudée succède en effet au pays de bocage des marnes du lias, et l'on n'aperçoit plus autour de soi sur ce coteau que des terres arides divisées par quelques haies chétives, souvent même remplacées par des talus formés simplement avec des pierres.

Les fossés de la grande route m'offrirent d'abord de nombreux fossiles que je m'empressai de recueillir, et j'y trouvai surtout en grand nombre les *Terebratula perovialis*, *ovoides* et *simplex*.

J'y recueillis également la *Pholadomya Marchisoni*, l'*Ammonites Gervillii*, etc.

À Dundry, l'extrémité même du bourg n'offrit une assez belle carrière que l'on venait d'ouvrir pour l'extraction d'une pierre qui devait, me dit-on, remplacer celle que l'on faisait venir de Caen pour des travaux entrepris aux environs de Bristol, et dans cette carrière je pus étudier à mon aise le contact d'un dépôt oolitique avec un calcaire graveleux que l'on exploite au-dessous comme moellon. La roche oolitique était en effet une oolite milliaire analogue au calcaire de Caen, qui reposait directement sur du calcaire graveleux dans lequel je trouvai beaucoup de fossiles, surtout des *Modiola plicata* et des *Cetonyia concentrica*.

Plus loin, une vaste lande couverte de nombreuses carrières abandonnées qui ont fourni probablement une grande partie des fossiles que l'on remarque aujourd'hui dans la collection du Musée La Bèche, ne me présenta rien d'intéressant, et ce ne fut qu'à l'une de ses extrémités qu'une carrière nouvellement ouverte m'offrit un point de contact parfait du *lias* avec *Poolite inférieure*. Le fond de cette carrière reposait précisément sur une couche de grès calcaire sans fossiles, qui formait le dernier échelon des argiles bleues et du calcaire qui constituent le dépôt du *lias*. Immédiatement au-dessus de cette couche qui lui appartenait évidemment encore, se trouvait le calcaire graveleux que j'avais déjà vu sur la grande route et dans lequel je rencontrai de nouveau un grand nombre de fossiles. J'y recueillis plusieurs *Trigonic*s à l'état de moules, le *Nautilus tarceusis*, la *Modiola plicata*, la *Pholadomya fiducata*, une *Gervillie* également particulière à la Sarthe, dont le nom m'est inconnu, le *Belemnites sulcatus*, enfin toutes les *Térébratules* déjà citées, et de plus une certaine *Lime* toujours dépourvue de test, également très commune dans notre département. En un mot, cette carrière, dont la profondeur était à peine de 5 mètres, m'offrit la répétition exacte de ce que j'avais été à même d'étudier cent fois en France dans le terrain semblable de nos localités.

Parfaitement édifié déjà sur ce que les Anglais considèrent comme les premiers dépôts de l'oolite inférieure, et n'ayant rien vu à Dundry de plus élevé que ce qu'ils appellent le *Free-Stone*, dépôt qui correspond au calcaire de Caen, il me restait encore à étudier la limite supérieure de ce terrain. Le lendemain j'allai visiter à cet effet les environs de Bath dont les nombreuses carrières, abandonnées pour la plupart, ne m'offrirent rien de satisfaisant. Je me rendis alors à Box sur le sommet d'un coteau, où

je vis enfin l'oolite de Bath dans tout son développement. Une carrière en pleine activité, dans laquelle on remarque une machine à vapeur pour le sciage des pierres, me présenta une fort belle coupe de la grande oolite, dont la partie supérieure seulement offre quelques *Terebratula cardium*, des *Anabatia orbulites* et des *Rhynchonella concinna* en très mauvais état de conservation. Ces fossiles, malgré cela, m'éclairèrent parfaitement sur la place occupée par chacun des dépôts de cette carrière.

Convert de débris par suite de l'exploitation de la grande Oolite, le reste du coteau ne laisse voir nulle part le *fulter's-earth* indiqué sur la carte de M. de la Bèche; on n'en aperçoit des traces qu'à Box, au-dessus de l'oolite inférieure, dont les premiers dépôts se trouvent caractérisés comme en France par l'*Ammonites Parkinsoni*, par des Trigonies à l'état de moule, par des *Montlivaltia* et des Plenrotomaires, coquilles dans lesquelles il est impossible de ne pas reconnaître tout de suite des fossiles identiques avec ceux du même étage dans la Sarthe. C'est seulement en face de la station que l'on peut étudier le contact du *fulter's-earth* avec l'oolite inférieure. Malgré sa grande épaisseur, le *fulter's-earth* ne m'offrit cependant que des *Terebratula arnithocephala* en assez grande quantité et quelques *Pholadomya Murchisoni*. Au-dessus du *fulter's-earth* se développe, sur le sommet du coteau, l'oolite de Bath, dont il est facile d'étudier le contact avec les argiles du *fulter's-earth*.

Ayant parfaitement étudié sur ce dernier point le contact de l'oolite inférieure avec le *fulter's-earth* et celui du *fulter's-earth* avec l'oolite de Bath, je fus frappé en arrivant à la station de Box de voir pour la première fois l'oolite inférieure m'offrir à son contact avec le lias un sable fin, argileux, exactement semblable à celui que l'on rencontre dans presque toute la partie ouest de notre département, sable qui, du reste, présente également beaucoup d'analogie avec celui de Saint-Vigort, bien qu'on l'ait toujours classé jusqu'à présent comme d'un âge bien différent.

Une dernière localité me restait encore à visiter, c'était Cheltenham, qui m'offrit la plus belle coupe d'oolite inférieure que l'on puisse rencontrer. Qu'on se figure, en effet, un coteau de 120 mètres d'élévation dont 87 présentent une succession bien tranchée des différents dépôts de l'oolite inférieure en contact avec du lias parfaitement caractérisé.

Secondé par M. le docteur Wright, qui voulut m'accompagner plusieurs fois, et à qui je ne saurais trop témoigner ici ma reconnaissance, tant pour sa bienveillance que pour les bons renseigne-

ments qu'il a bien voulu me donner sur les dépôts qui nous occupent, j'ai pu, pendant trois jours, étudier dans le plus grand détail la belle coupe d'oolite inférieure de Leekampton, qui commence immédiatement au-dessus d'un calcaire gris, offrant des milliers de trous de coquilles lithophages.

Au-dessus de ce grès calcaire, appartenant encore évidemment au lias, repose un banc de calcaire graveleux à oolites ferrugineuses de 0,60 centimètres d'épaisseur environ, dans lequel on trouve, avec beaucoup de moules de Trigonies, le *Modiola plicata* que je rencontrai en arrivant. Ce dépôt est recouvert par du calcaire ferrugineux semblable à celui de Dundry, dans lequel on remarque aussi des *Pholadomya fidecula*, des Gervilies, des *Modiola plicata*, etc.

Au-dessus de ce dépôt se développe ensuite ce que les Anglais appellent le *Peagrit*, c'est-à-dire un calcaire pisolitique dans lequel on trouve l'*Hypoclipus depressus*, ainsi que le *Diadema depressum*, tels qu'on les rencontre à Bernay et à Teuque, dans le département de la Sarthe, dans un dépôt semblable. J'y ai aussi rencontré, comme à Dundry, le *Belemnites sulcatus* et une *Rhynchonelle* que M. Davidson a nommée *subtetraedra*. Cette assise, de 3 mètres environ d'épaisseur, est recouverte par une oolite milière de roche analogue au calcaire de Caen, auquel les Anglais ont donné le nom de *Free-Stone*, dépôt qui n'offre aucuns fossiles, malgré sa puissance énorme de plus de 30 mètres.

Au-dessus du *Free-Stone* vient l'*Oolite Marl* ou le *Fimbria Lit*, assise peu puissante qui recouvre immédiatement la belle oolite dont nous venons de parler. J'ai recueilli, dans ce dépôt marneux, plusieurs exemplaires de la *Terebratulina fimbria*, coquille caractéristique, ainsi que de nombreux exemplaires de *Lucina lyrata*.

Une Oolite milière mal stratifiée, souvent même à l'état de sable, recouvre ensuite l'*Oolite Marl* et ne présente aucuns fossiles. Ce n'est qu'auprès du banc auquel les Anglais ont donné le nom de *Gryphaea grit*, en raison de la nombreuse quantité d'*Ostrea Buckmani* qu'il renferme, que l'on trouve une couche fossilifère qui me présenta plusieurs fossiles qui m'étaient alors inconnus, mais que, depuis, j'ai trouvés dans la Sarthe en étudiant avec soin les dépôts qui correspondent au même étage.

Je citerai parmi ces fossiles l'*Ostrea Buckmani*, coquille caractéristique de l'assise, la *Rhynchonella Wrightii* que j'ai rencontrée depuis en France à la Butte-de-Chaunuiton, aux environs d'Alen-

gon, et près de Villaine-la-Carelle, à peu près à la même place, dans la partie supérieure de l'oolite inférieure.

Je ferai remarquer, à l'égard de l'*Ostrea Bachmani*, qu'il existe cependant une différence dans la place que ce fossile occupe sur le continent, car, en France, on le trouve indistinctement à la partie supérieure et à la partie inférieure du terrain en question. (Voy. Tennie, la Butte-de-Chaumont et Villaine-la-Carelle.)

Enfin l'Oolite inférieure se termine à Cheltenham par un dépôt de quelques mètres, consistant dans un calcaire graveleux qui présente une Térébratule voisine de la *Rhynchonella concinna* et beaucoup de Trigonies à l'état de moule; aussi porte-t-il le nom de *Trigonia grit*. Ce dépôt remarquable offre à sa partie supérieure, sur le sommet du coteau, une couche mince de grès calcaire criblée de trous tubulaires assez semblables à ceux que l'on remarque dans les calcaires d'eau douce. Assurément ces trous ne sauraient être attribués à des coquilles lithodomes comme ceux du grès calcaire qui forme la base sur laquelle repose l'oolite inférieure de Cheltenham, et j'ignore complètement à quelle cause l'on peut attribuer cette particularité.

Là s'est terminée mon étude de l'oolite inférieure d'Angleterre. Si maintenant je résume les nombreuses observations que j'ai été à même de faire, il en résulte pour moi la conviction qu'il existe entre l'oolite inférieure d'Angleterre et celle du département de la Sarthe une identité telle, qu'on est obligé d'en conclure :

1° Qu'en donnant pour limite à l'oolite inférieure l'oolite ferrugineuse de Montiers et de Bayeux, on ne fait pas descendre en France l'oolite inférieure dans la série des terrains aussi bas qu'on a cru devoir le faire en Angleterre.

2° Que si le lias se trouve réellement placé aux Montiers et à Bayeux immédiatement au-dessous de l'oolite ferrugineuse, il manque évidemment dans ces localités une zone très importante de l'oolite inférieure, la zone à *Modiola plicata*, à *Pholadomya fidicula*, à *Pleuromyes*, etc., qui ne saurait en être séparée, pas plus dans le département de la Sarthe qu'en Angleterre, puisque Dundry, Box, Cheltenham présentent exactement dans l'oolite inférieure les mêmes fossiles que Tennie, le Gibet et toutes les autres localités du département de la Sarthe, où l'on peut étudier la partie inférieure de ce terrain.

3° Qu'enfin il est très probable que l'oolite ferrugineuse du Calvados n'est qu'une partie très importante de l'oolite inférieure, et qu'on doit y ajouter un certain dépôt qu'on appelle *milière*

dans la localité, ce qui suffit, en effet, pour être parfaitement d'accord avec ce que l'on remarque en Angleterre, où la limite en question est parfaitement tranchée, et s'appuie non-seulement sur les caractères minéralogiques et sur une grande série de fossiles, mais encore sur des traces évidentes qui annoncent un temps d'arrêt dans les premiers dépôts jurassiques.

M. Hébert présente les observations suivantes :

Note sur le terrain jurassique du bord occidental du bassin parisien, par M. E. Hébert.

Les observations de M. Triger sont parfaitement conformes à celles que j'ai eu occasion de faire tout autour du grand bassin parisien : à l'est, aux environs de Metz et de Nancy ; au sud, auprès de Semur et d'Avallon ; à l'ouest, dans la Sarthe et la Normandie. Partout, la limite entre le lias et l'oolite inférieure est aussi nette et aussi satisfaisante que possible pour l'observateur. Les obscurités qu'elle paraît présenter proviennent le plus souvent des mélanges de fossiles recueillis au-dessus et au-dessous de cette limite, et aussi de ce que certaines espèces passent incontestablement d'une assise dans une autre.

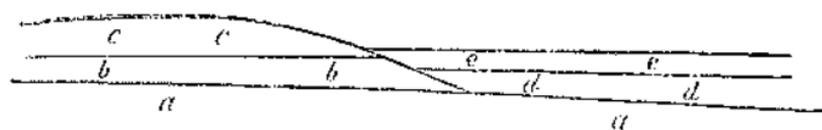
Je vais donner, de la disposition relative du lias et de l'oolite, un exemple que je crois de nature à faire disparaître ces difficultés. La Normandie est une contrée classique pour les terrains jurassiques. Si l'on observe la superposition de l'oolite au lias auprès de Bayeux, selon la carrière à laquelle on s'adresse, on voit qu'ici l'oolite ferrugineuse à *Ammonites Parkinsoni*, *Humphreysianus*, etc., se trouve en contact immédiat avec le lias supérieur à *Ammonites bifrons*, *serpentinus*, etc., tandis qu'à peu de distance une autre carrière montre, entre ces deux assises, une mince couche de marne blanche, avec *Terebratula perovolis*, *Phillipsii* et *Belémmites cutus*, etc. Dans une carrière de Saint-Vigor, cette couche, épaisse au plus de 10 à 15 centimètres, renferme un grand nombre de nodules ferrugineux évidemment roulés, et forme une ligne de démarcation très tranchée au-dessus du lias supérieur, composé ici de couches argileuses, avec des *Belémmites* et des *Ammonites* écrasés, dont la forme est à peine conservée.

Auprès de Sainte-Honorine, la falaise montre la même disposition : l'oolite ferrugineuse, peu épaisse, 20 centimètres environ,

mais remplie d'*Ammonites Parkinsoni*, *Martinsii*, etc., de taille gigantesque, de *Lima proboscidea* très abondantes, recouvre une couche de 10 centimètres d'épaisseur, d'un calcaire roux, tuberculeux, avec cailloux roulés; puis, au-dessous, viennent les assises argileuses bleuâtres, avec *Ammonites* et *Bélemnites* du lias supérieur.

Si l'on continue à marcher à l'ouest, on arrive bientôt à la vallée de la Vire et à la presqu'île du Cotentin. Toute trace d'oolite inférieure a disparu; il ne paraît même pas, vu son amincissement à mesure qu'on s'approche du Cotentin, et son absence complète dans cette région, qu'elle se soit jamais étendue jusque-là. Le lias supérieur, au contraire, y est plus développé qu'aux environs de Bayeux, et la butte de Sainte-Marie-du-Mont en donne une excellente coupe. Les pâturages qui entourent le bourg reposent sur les assises à *Ammonites insignis*, *concauus*, *primordialis*. Ces assises, lorsqu'elles existent, recouvrent, dans tous les pays où le lias supérieur a été signalé, les couches à *Ammonites bifrons*, *radians* et *serpentinus*; elles manquent autour de Bayeux et de Sainte-Honorine. De plus, à Sainte-Marie-du-Mont, le lias supérieur est recouvert par des marnes et des grès ferrugineux, en lits minces, sans fossiles, entièrement distincts de tout ce qui existe à Bayeux ou à Caen, et qui représentent très probablement la dernière assise liasique, à moins qu'on n'aime mieux y voir le représentant des dunes qui se formaient sur le prolongement de l'oolite inférieure. Ces grès se retrouvent, dénudés et par fragments, à la surface de la couche à *Ammonites primordialis* sur tout le plateau.

Les observations faites autour de Bayeux et de Sainte-Marie-du-Mont ne peuvent être liées ensemble que par le diagramme suivant :



- a. Lias supérieur à *Ammonites bifrons*, *radians*, etc.
 b. Couche à *Ammonites insignis* et *primordialis*.
 c. Grès supra-liasique.
 d. Oolite inférieure à *Photolomya fidicula*, *Terebratula perovatis*.
 e. Oolite ferrugineuse à *Ammonites Parkinsoni*, *Humphreystanus*.

Dans tous les cas, il est constant qu'entre l'oolite ferrugineuse et les assises du lias à *Ammonites bifrons* et *radians*, existent deux

assises, l'une, presque toujours visible au-dessous de l'oolite ferrugineuse, très développée dans la Sarthe, où elle est caractérisée par la *Pholadomya fiducula*, la *Lima heteromorpha*, Desh., *L. semicircularis*, Goldf.; l'autre, l'assise à *Ammonites insignis*, *concavus*, *primordialis*, qui manque à Bayeux et dans beaucoup d'autres points, mais qui existe partout où le lias est complet : à Sainte-Marie-du-Mont aux environs de Poitiers, de Metz, à Gundershoeffen, etc. Cette dernière assise, toujours superposée à la couche à *Ammonites radians* et *bifrons*, est, dans certains points, recouverte par l'oolite inférieure; dans d'autres, elle ne l'est pas. Elle appartient donc au lias, avec lequel elle a d'ailleurs la plus grande analogie de faune, de même que la couche à *Terebratula perovalis* et à *Lima heteromorpha*, possède, avec l'oolite ferrugineuse, un grand nombre d'espèces communes.

La différence de succession des couches à Bayeux et à Sainte-Marie-du-Mont ne peut évidemment tenir qu'à un mouvement de retrait des eaux après le dépôt des marnes liasiques, mouvement accompagné d'une légère dénudation qui a enlevé, dans le Calvados, une ou deux minces assises du lias supérieur. C'est dans cette dépression que se sont déposés les premiers lits d'oolite inférieure, tandis que le Cotentin se trouvait hors de l'atteinte des eaux. C'est donc une véritable discordance de stratification, accusée en outre par les galets calcaires dont se trouve remplie, sur plusieurs points, non-seulement en Normandie, mais aussi dans la Sarthe et notamment à Conlie, la base de l'oolite inférieure, telle que je la délimite ici.

Vouloir, comme on a cherché à le faire dans ces derniers temps, placer la couche d'oolite inférieure qui supporte l'oolite ferrugineuse dans le lias, c'est aller contre les observations directes, contre l'évidence au point de vue stratigraphique, évidence si manifeste dans la région que je viens de citer, mais qui résulte de toutes les bonnes coupes données antérieurement et notamment par M. Dufrénoy (1).

Placer, comme l'a fait M. Saemann (2), dans l'oolite inférieure, la couche à *Ammonites insignis* et *primordialis* ou *opalinus*, c'est encore conclure directement contre les observations stratigraphiques, qui montrent cette assise toujours intimement liée au lias supérieur, et fréquemment en indépendance complète de l'oolite inférieure.

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. II, p. 177.

(2) *Bull.*, 2^e sér., t. XI, p. 280.

La cause de ces méprises se trouve dans une association assez curieuse, en effet, des fossiles de l'assise la plus supérieure du lias et de l'oolite ferrugineuse dans cette couche qui sert de base à l'oolite inférieure. Mais cette association n'a rien qui doive surprendre; elle peut provenir de deux causes: soit du remaniement par les eaux, où se déposait l'oolite inférieure, des fossiles arrachés à la couche argileuse du lias; soit, ce qui paraît incontestable pour quelques espèces, à moins d'erreurs de détermination, à ce qu'elles ont vécu à la fois à la fin des dépôts liasiques et au commencement des dépôts oolitiques. C'est ainsi que la *Pholadomya fidicula*, abondante dans le lias supérieur de la Meurthe et de la Moselle, où elle accompagne l'*Ammonites radians*, très commune au contraire dans l'oolite inférieure de la Sarthe, avec l'*Ammonites Humphriesianus*, *Murchisonae*, etc., se trouve aussi néanmoins dans les assises calcaires de l'oolite inférieure des environs de Metz, avec l'*Ammonites Murchisonae* (1). Ces passages sont beaucoup plus fréquents qu'on ne le pense généralement, et n'ont aucune importance pour les délimitations des terrains, que les observations stratigraphiques sont surtout appelées à déterminer, et qui, lorsqu'elles sont bien faites, concordent avec les changements généraux des faunes.

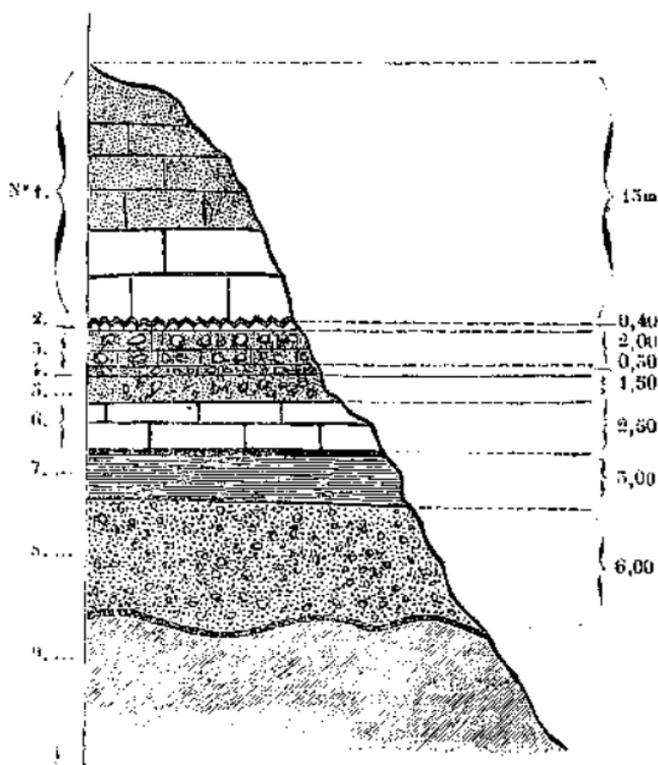
Je n'insisterai pas davantage sur ce sujet, si connu de tous les géologues, et sur lequel de récentes publications tendent à jeter une incertitude qui n'existe pas sur le terrain. Je terminerai en rappelant brièvement un autre exemple des erreurs auxquelles on s'expose en se bornant à déterminer la place d'une assise par les discussions établies sur des listes de fossiles.

Il s'agit de la couche si riche en fossiles de la Jonnelière, près Conlie (Sarthe), qui avait été regardée comme appartenant à l'oolite inférieure de Bayeux. M. Saemann la met à sa véritable place, au-dessus de la grande oolite proprement dite. Je laisse toutefois de côté la question de savoir si cette couche est supérieure ou inférieure à l'oolite de Manners, ou au calcaire de Luc et de Ranville; les consciencieux travaux de M. Triger, sur le département de la Sarthe, mettront tous ces faits en pleine lumière. Je me borne à distinguer entre l'oxford clay et le lias trois assises qu'il est impossible de confondre: les couches à *Monticaltia* de la Jonnelière, l'oolite militaire, ou grande oolite proprement dite, et l'oolite inférieure. La superposition de ces trois assises, dans l'ordre que j'indique, est de la der-

(1) Ce fait a été observé ailleurs par M. Thiolière. (*Bull.*, 2^e sér., t. II, p. 272.)

nière évidente dans tout le département de la Sarthe. Il n'y a pour ainsi dire pas une carrière qui n'en donne la coupe directe, au moins pour deux des termes de cette série, et sans entrer dans des détails qui nous seront certainement donnés dans la publication de M. Triger, je citerai la butte de la Jonnelière elle-même, récemment coupée par le chemin de fer, et où l'on observe très distinctement les assises à *Ammonites Parkinsoni* et à *Trigonia costata*, c'est-à-dire l'oolite inférieure la mieux caractérisée, recouvertes par l'oolite militaire, la même oolite qui, dans la carrière de *la uiterie*, à une portée de fusil de là, supporte la couche à *Montlivaltia*. Dans la tranchée du chemin de fer, les deux assises inférieures ont environ 6 mètres d'épaisseur chacune. A la Jonnelière même, et quels que soient les fossiles qu'on y trouve, la couche à *Montlivaltia* est donc séparée de l'oolite inférieure de *Bayeux* par la grande oolite proprement dite.

Le *Juller's earth* manque dans la Sarthe, et son absence est accusée par une ligne de démarcation très nette entre la grande oolite et l'oolite inférieure. Dans la coupe de Chaumiton, que j'ai relevée approximativement en présence et avec l'aide de M. Triger, dont l'expérience m'a été d'un si grand secours dans toutes ces excursions, voici en effet ce que l'on observe :



N° 1. Grande oolite, comprenant à la base des bancs solides, compactes, exploités à Vilaine-la-Carelle, et, à la partie supérieure, l'oolite miliaire friable.

N° 2. Calcaire compacte formant la partie supérieure de l'oolite inférieure; il est caractérisé par de grosses *Chemnitzia*, et il est percé de trous de *Pholades*.

N° 3. Calcaire sableux très fossilifère, avec rognons de grès.

N° 4. Banc rempli de *Lima semicircularis*, Goldf., *L. heteromorpha*, Desh., etc.

N° 5. Sables renfermant entre autres fossiles une Huître globuleuse de taille moyenne, très voisine de la *Gryphaea suilla*, Goldf. (1).

N° 6. Calcaire compacte, sans fossiles, analogue au calcaire à Entroques de Bourgogne.

Les n° 2, 3, 4, 5 et 6 représentent, dans cette coupe, l'oolite inférieure la mieux caractérisée.

N° 7. Alternance d'argiles sableuses et de calcaires marneux, avec *Ammonites serpentinus* et *radians* (lias supérieur).

N° 8. Sables sans fossiles, renfermant, sur d'autres points du département de la Sarthe, notamment à Brulon, où ils sont remplacés par une espèce de gravier ou de conglomérat, des fossiles du lias moyen (*Belemnites niger*, *Pecten disciformis*, *P. aquivalvis*).

N° 9. Schistes paléozoïques.

Si l'on joint à cette coupe celles des carrières de Peschescul, de Voisins, etc., où l'oolite inférieure est plus développée et montre nettement deux niveaux principaux de fossiles : l'un, inférieur, à *Pholadomya fiducula*; l'autre, supérieur, à *Trigonia costata*, *Ammonites Humphriesianus* et *Parkinsoni*, sans qu'il soit possible de séparer les assises qui les renferment, bien qu'en général le calcaire devienne sableux à la partie inférieure, et où cette oolite inférieure est surmontée, comme à Chaunton, par l'oolite miliaire, celle-ci par les couches de la Jonnelière, et ces dernières, enfin, par l'oxford clay, il restera démontré que le département de la Sarthe, loin de contenir aucune anomalie dans la disposition et la succession des assises jurassiques, est en parfaite conformité avec les autres contrées où ce terrain est le mieux développé.

S'il manque quelque chose dans la série, comme le *fuller's*

(1) C'est cette espèce que M. Triger désigne sous le nom d'*Ostrea Bukmanni*.

carth, on y trouve, à la place, inscrits d'une manière irrécusable, les phénomènes qui ont eu lieu pendant le dépôt de cette assise. La partie supérieure des lits précédemment formés est en effet durcie, usée par les eaux, percée par des milliers de Pliolades, exactement comme cela a lieu aujourd'hui sur la partie des plages calcaires des côtes de Normandie, où il ne se forme point de dépôt de sable et de vase.

Ce qui précède s'accorde parfaitement avec les conclusions que les auteurs de la *Carte géologique de la France* ont déduites de leurs observations dans le département de la Sarthe, et, si j'ai cru devoir me permettre d'appuyer leur manière de voir de quelques faits nouveaux, c'est que, depuis quelques années, plusieurs publications ont jeté des doutes sur des points qui devaient rester et sont en effet inattaquables.

Séance du 18 décembre 1854.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Albert Gaudry, 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.

GIRARD, professeur de géologie, à Halle (Allemagne), présenté par MM. Élie de Beaumont et de Verneuil ;

Ezequiel URICORNEA, docteur en philosophie de l'Université de Goettingue, né à Bogota (Nouvelle-Grenade), rue Saint-André-des-Arts, 22, à Paris, présenté par MM. de La Roquette et le baron de Brimont ;

VEZIAN (Alexandre), licencié ès sciences naturelles, à Montpellier (Hérault), présenté par MM. Élie de Beaumont et de Verneuil.

Le président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, novembre 1854.

De la part de M. J.-B. Croizet, *Observations générales sur la géologie et la paléontologie*, in 8, 65 p. Clermont-Ferrand, 1853.

De la part de MM. E. Hébert et E. Renevier, *Description des fossiles du terrain nummulitique supérieur des environs de Gap, des Diablerets, et de quelques localités de la Savoie* (extr. du *Bulletin de la Société de statistique du département de l'Isère*, 2^e sér., vol. III, 1^{re} et 2^e livrais.), in 8, 88 p., 2 pl. Grenoble, 1854, chez Maisonville.

De la part de M. A. Viquesnel, 4 *Itinéraires* (pl. 4, 5, 7 et 9) de son Voyage dans la Turquie d'Europe en 1847.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1854, 2^e sem., t. XXXIX, nos 23 et 24.

Bulletin de la Société de géographie, 4^e série, t. VIII, n^o 46, octobre 1854.

L'Institut, 1854, nos 1092 et 1093.

Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel, séances du 11 novembre 1853 au 26 mai 1854; in-8.

The Athenæum, 1854, nos 1445 et 1446.

Revista minera, 1854, n^o 109.

M. Viquesnel présente 4 nouvelles cartes, pl. 4, 5, 7 et 9, de son Voyage dans la Turquie d'Europe en 1847.

M. Michelin dépose sur le bureau un plan de logement pour la Société géologique. Le local proposé est situé rue de l'Abbaye. Il servirait simultanément à la Société géologique et à deux ou trois autres Sociétés savantes.

M. le Président exprime ses remerciements à M. Michelin. Dans sa prochaine séance, le Conseil donnera toute son attention au projet qui vient d'être présenté.

M. Damour dépose sur le bureau plusieurs échantillons de minéraux recueillis lors de la Réunion extraordinaire à Valence, en septembre dernier.

M. Delesse fait la lecture suivante :

*Sur les cailloux impressionnés (extrait d'une lettre de
M. Kœchlin Schlumberger à M. Delesse).*

Mulhouse, le 12 novembre 1854.

Je viens vous entretenir d'un phénomène que j'ai eu occasion d'observer dans le courant du printemps dernier : je veux parler des galets de quartz et de quartzites impressionnés du grès vosgien de la vallée de Guebwiller.

Jusque dans les derniers temps, j'avais visité plusieurs fois différents gisements de grès vosgien du département, à l'exception de ceux de la vallée de Guebwiller, et sans jamais rencontrer de galets impressionnés; c'est dans cette dernière localité, dans plusieurs carrières établies sur la pente qui encasse au nord cette vallée que je les ai découverts.

Là ces galets sont assez abondants; le relief des uns pénètre bien dans le creux des autres, ce qu'on voit très bien au moment de les séparer: quelquefois il y a adhérence de la matière des deux galets au point où ils se touchent; quelquefois les galets impressionnés sont fendus en plusieurs sens, et il semble, par la direction étoilée de ces fentes, qu'elles sont dues à la même cause qui a produit les creux. J'ai lu les lettres de M. Paillette (*Bulletin*, 2^e série, t. VII, p. 39), signalant un fait analogue dans des poudingues d'Espagne. Mais l'explication du phénomène donné par l'auteur m'a paru laisser beaucoup à désirer, ainsi, du reste, qu'à vous et à quelques autres membres qui ont pris part à la discussion.

La question ne me paraît donc pas épuisée, et comme il est dit dans le *Bulletin* que l'échantillon de M. Paillette n'était pas bien caractérisé, j'ai cru utile de vous adresser les miens dans lesquels le fait de l'impression mutuelle peut s'observer facilement. Je vous prie de les soumettre à la Société et de chercher à provoquer dans son sein une discussion propre à amener une explication du phénomène.

Quelques-uns de ces cailloux n'ont pas d'impressions; je les ai joints à mon envoi pour appeler l'attention sur les surfaces cristallines dont ils sont couverts, fait que M. Daubrée a déjà signalé dans la description de la Carte géologique du Bas-Rhin.

Vous remarquerez que cette cristallisation superficielle affecte trois états différents :

1^o La surface des galets est couverte de bandes chatoyantes qui imitent assez bien le moiré métallique ;

2^o Elle est parsemée de petites paillettes brillantes distribuées également et d'égales grosseurs, qui sont autant de pointements de cristaux de quartz ;

3^o Les cristaux de quartz deviennent plus forts et acquièrent jusqu'à 4 et 6 millimètres.

Quoique je n'aime pas les hypothèses, je n'ai cependant pu me défendre de réfléchir sur les causes probables qui avaient produit cette pénétration des galets de quartz et quartzites ; et voyant les surfaces cristallines accompagner à Guebwiller le phénomène des impressions, j'ai cru un instant trouver une connexion entre les deux faits.

J'ai donc supposé qu'il y avait eu forte pression et dissolution du quartz à la fois ; que, par un motif quelconque, le quartz s'était dissous plus facilement là où il y avait contact et pression des galets ; que la silice enlevée dans les creux est allée ensuite se déposer et former les surfaces cristallines.

De cette manière, les fentes, les creux, l'empicétement des galets étaient expliqués ; de cette manière, l'idée répugnante de la compression du quartz se trouvait écartée ; de cette manière, enfin, s'expliquait ce qu'une simple pression ne ferait pas, que les galets où ils se touchent sont très souvent soudés, de manière qu'une partie du relief reste attachée au creux.

Je suis allé plus loin : j'ai pensé que, deux galets se touchant avec une très forte pression, il y aurait certainement un petit changement aux surfaces en contact. Le plus dur, ou peut-être le plus pointu, aurait un peu entamé l'autre en pulvérisant une très faible épaisseur de la surface : que cette infiniment petite portion de matière divisée présentait une plus facile action au dissolvant qui s'en emparait de préférence, et qu'ainsi, le temps aidant, l'opération a pu s'accomplir.

A l'appui de cette communication, M. Delesse présente, au nom de M. Kœchlin, deux échantillons de cailloux impressionnés de grès vosgien de la vallée de Guebwiller (Haut-Rhin) renfermant du sulfate de baryte.

M. Nérée Bombée fait observer que, parmi les galets présentés par M. Delesse au nom de M. Kœchlin, les uns sont de grès,

les autres de quartzite, et que les premiers sont plus fortement impressionnés. Il suppose que les grès ont dû être imprégnés de calcaire ; le calcaire s'étant dissous, le grès se sera ramolli de telle sorte qu'il aura pu être impressionné.

M. Barraude rappelle que M. Morlot a décrit des roches dans lesquelles de petits cailloux de quartz avaient pénétré et avaient creusé des rainures droites, restées comme témoins de leur passage. Les rainures se terminaient aux points où les cailloux avaient été enchevêtrés.

M. Hébert dit que les galets décrits par M. Kœchlin présentent toutes les apparences d'un ramollissement par la chaleur.

M. Renevier fait la communication suivante :

Parallelisme des terrains crétacés inférieurs de l'arrondissement de Vassy (Haute-Marne) avec ceux de la Suisse occidentale, par M. E. Renevier.

Dans une précédente communication (1), j'ai eu l'honneur d'exposer à la Société le résultat de mes recherches sur les environs de la Perte du Rhône. L'étude que j'ai faite depuis lors des terrains crétacés des environs de Vassy me permet de vous présenter maintenant quelques courtes considérations sur le parallélisme qui existe entre les terrains de ces deux localités remarquables. Ces nouvelles recherches m'ont amené, comme je l'ai déjà dit ailleurs (2), à classer les couches de la Perte du Rhône plus exactement que je ne l'avais fait, soit dans la note présentée à la Société, soit dans le corps de mon Mémoire sur cette localité. En outre, dans un nouveau séjour aux environs de Bellegarde, j'ai pu étudier plus en détail les terrains néocomiens moyens et inférieurs du département de l'Ain. Ceux-ci, comme j'ai pu m'en assurer sur plusieurs points, sont en relation directe avec les étages sus-jacents qui seuls sont représentés à la Perte du Rhône.

Ces différentes études me mettent en état de présenter à la Société le tableau ci-joint, qui résume mes principales observations. J'y ai joint, d'après M. de Montmollin, la coupe des couches de Neuchâtel qui ont servi de type au groupe néocomien.

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. XI, p. 114, 1853.

(2) *Mémoire géologique sur la Perte du Rhône*, p. 67, 1854.

ENVIRONS DE NEUCHÂTEL. D'APRÈS M. DE MONTMOLIN (1). Type du terrain néocomien.	MÈTRES.	ENVIRONS DE LA PERTE DU RHÔNE.	MÈTRES.	ÉTAGES.	ENVIRONS DE VASSY (HAUTE-MARNE). D'APRÈS M. CORNUEL (2).
		Grès rougeâtre, peu de fossiles.	9,20	Étage du gault.	No 16. Gault. No 15. Sable vert.
		a. Grès jaunâtre, beaucoup de fossiles.	0,80		
		b. Sable bleu verdâtre, beaucoup de fossiles.	0,60	Étage aptien.	No 14. Sable et grès jaunâtre. No 13. Argile à Plicatules.
		Sable verdâtre, sans fossiles.	2,00		
		c. Sable verdâtre, à fossiles blancs.	1,60		
		d. Grès dur.	0,75		
		Sable vert bleuâtre, sans fossiles.	4,00		
		e. Grès verdâtre à <i>Ostrea aquila</i>	0,75		
		f. Grès marneux, peu de fossiles.	7,95		
		g. Couche à Orbitolites.	0,50	Étage rhodanien.	No 12. Conche rouge.
		Grès marneux et argile rouge, sans fossiles.	4,60		
		h. Marne jaune, beaucoup de fossiles.	1,95	Étage argonien.	No 11. Fer oolithique, avec fossiles d'eau douce. No 10. Sable et grès ferrugineux. No 9. Argile rose, marbre. No 8. Grès et sables piquetés. No 7. Argile ostreenne.
		i. Calcaire jaune rougeâtre, à <i>Pterocères</i>	2,10		
Calcaire jaune supérieur. Environ.	45	Calcaire à Caprotines, composé de nombreuses alternances de calcaire gris, dur, et de calcaire blanc, friable. Au moins.	80,00		
Calcaire jaune fracturé (ou marne calcaire jaunâtre). . . Environ.	7	Calcaire arenacé grisâtre, avec la forme des marnes d'Hauterive. Environ.	50,00	Étage d'Hauterive. . . ou Él. néocomien moyen.	No 6. Marne argileuse jaune. No 5. Calcaire à <i>Spatangues</i> et marne bleue. No 4. Sable blanc, sans fossiles. No 3. Sable et grès ferrugineux, sans fossiles.
Marne bleue (d'Hauterive). . . Id.	40				
Calcaire jaune inférieur. Environ.	7	Calcaire jaune, inférieur, avec <i>Neritacés</i> . Environ.	10,00	Étage valanginien, ou Ét. néocomien inf. } ?	No 2. Fer géodique et marne br- nâtre. No 1. Marne argileuse noirâtre.

(1) *Mém. de la Société des sciences natur. de Neuchâtel*, t. 1, p. 49, 1856; et *Bull. de la Société vaudoise des sciences natur.*, t. III, p. 261, 1855.(2) *Bulletin*, 2^e série, t. VIII, p. 450, 1854.

ÉTAGE DU GAULT. — Le terrain, qui, à la Perte du Rhône se divise en cinq assises, ou, si l'on ne considère que sa faune, en trois couches *a*, *b*, *c*, offrant quelques différences dans l'ensemble de leurs fossiles, mais reliées entre elles par la grande majorité des espèces, se présente au contraire dans la Haute-Marne sous un aspect beaucoup plus homogène, c'est-à-dire, qu'il est formé, en grande partie, d'une assise d'argile assez puissante, dont la faune, quoique bien moins riche, correspond à celle des trois couches réunies de la Perte du Rhône. En dessous de cette assise, que M. Cornuel (1) désigne par le n° 16, et dont il donne une liste de fossiles, se trouve le sable vert n° 15, très pauvre en fossiles, mais qui, par le peu qu'on en connaît, paraît se relier au gault plutôt qu'à l'étage sous-jacent.

ÉTAGE APTIEN. — Je rapporte, au contraire, à l'étage aptien les sables et grès jaunâtres n° 14, à cause de la présence, dans cette couche, de l'*Ostrea aquila* (Brong.), d'Orb., qui témoigne de la plus grande analogie avec l'argile à Plicatules n° 13. Cette dernière assise forme dans le bassin de la Seine le véritable représentant de l'étage aptien, et sa faune, sauf quelques différences locales, correspond assez bien à celle des couches *d* et *e* réunies de la Perte du Rhône. Dans une localité comme dans l'autre, la base de l'étage est caractérisée par une plus grande fréquence de l'*Ostrea aquila* (Brong.), d'Orb., et de la *Plicatula placuina*, Lk.; la *Rhynchonella lata* (Sow.), d'Orb., joue le même rôle dans les deux, mais la *Terribratula sella*, Sow., si abondante à Vassy et à Saint-Dizier est remplacée à la Perte du Rhône par la *T. Dutempleana*, d'Orb., qui se retrouve également dans le gault. Une différence essentielle qui existe entre les couches aptiennes de la Haute-Marne et celles de la Perte du Rhône, c'est l'abondance des céphalopodes dans celles-là, et leur rareté dans celles-ci. Seules, les *Ammonites Cornuelianus*, d'Orb., et *A. Milletianus*, d'Orb., (cette dernière est beaucoup plus commune dans le gault) se rencontrent également de part et d'autre, tandis que les *A. Deshayesi*, Leym., *A. Nisus*, d'Orb., etc., et les *Ancylloceras* si abondants aux tuileries de Bailly et ailleurs, font défaut dans les grès aptiens de la Perte du Rhône. Ceux-ci offrent, en revanche, au paléontologiste, une assez riche série de grosses bivalves qui manquent, pour la plupart, dans l'argile aptienne du bassin de la Seine, et dont quelques-unes paraissent se retrouver dans le gault ou dans les étages inférieurs de ce bassin. De ce nombre sont : *Cardium sphae-*

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. VIII, p. 445, 1854.

voideum, Forb. ; *C. Dupinianum*, d'Orb. ; *Astarte Bruneri*, Pict. et Rx. ; *Cyprina crevensis*, Leym. ; *C. Rhodani*, Pict. et Rx. ; *Corbis corrugata* (Sow.), Forb. ; *Arca fibrosa* (Sow.) d'Orb., et plusieurs autres belles espèces qui ornent les planches des *Mollusques des grès verts* de MM. Pictet et Roux. Je dois ajouter que les rapports entre les couches aptiennes et le gault sont bien plus grands à la Perte du Rhône que dans les environs de Vassy.

ÉTAGE RHODANIEN. — Si, pour l'étage précédent, nous avons remarqué une différence de facies entre le bassin méditerranéen et celui de la Seine, ici, au contraire, nous trouvons un accord complet. Les seules discordances gisent dans la nature minéralogique des couches, dans la plus ou moins grande fréquence des espèces, et dans l'absence de quelques-unes. L'ensemble de la faune est parfaitement le même et le facies est identique. C'est cette analogie, dont j'ai été frappé en arrivant aux minières du chemin de Bailly, qui m'a décidé à me servir définitivement du nom d'étage rhodanien que j'avais proposé pour ce terrain (1). Je me suis abstenu d'employer cette dénomination jusqu'au moment où j'ai reconnu à ces couches une extension géographique suffisante pour légitimer un nom particulier (2). Cet étage se compose à Bailly d'une seule couche d'argile rouge durcie, de moins d'un mètre d'épaisseur ; c'est la couche rouge n° 12 de M. Cornuel. Cette simplicité de composition minéralogique et ce peu d'épaisseur contrastent avec la puissance et la multiplicité de couches que présente ce terrain à la Perte du Rhône. Les principales différences paléontologiques sont l'absence des Orbitolites et de quelques autres fossiles, la rareté du *Toxaster oblongus*, (Deluc) Ag., et la présence de quelques espèces étrangères à la perte du Rhône, qui sont citées par M. Cornuel (3), ou sont encore inédites. Quant aux espèces qui se présentent également dans l'étage rhodanien de la Suisse occidentale, elles sont ou seront décrites dans la *Description des fossiles du terrain aptien de la Perte du Rhône*, etc., que je publie avec M. Pictet (4). En attendant, et pour bien constater cette identité de faunes, je donne ci-après une liste des espèces que j'ai reconnues appartenir simultanément aux deux localités.

(1) *Mémoire géologique sur la Perte du Rhône*, p. 20, 1854.

(2) *Id.*, p. 68.

(3) *Bulletin*, 2^e sér., t. VIII, p. 440, 1851.

(4) Dans les *Matériaux pour la paléontologie suisse*, publiés par F.-J. Pictet.

- Homarus Latreilli*, Rob.-Desv.
Serpula filiformis, Sow.
Turritella helvetica, Pict. et Rnv.
Scalaria Rouxi, Pict. et Rnv.
Acteon, sp.
Acteonina Chavannesi, Pict. et Rnv.
Acteonina, sp.
Avellana, sp.
Virigera Rochatiana, d'Orb.
Natica rotundata (Sow.), Forb. (*N. sublævigata*, d'Orb.),
 — *Cornueliana*, d'Orb.
Turbo munitus, Forb.
Rostellaria Robinaldina, d'Orb.
 — *Rouxi*, Pict. et Rnv.
Cerithium Forbesianum, d'Orb.
Panopæa neocomiensis (Leym.), d'Orb.
 — *plicata* (Sow.), Forb. (*P. Prevosti* (Desh.), d'Orb.).
Pholadomya elongata, Munst.
Anatina Robinaldina, d'Orb.
 — *Heberti*, Pict. et Rnv.
Thracia subangulata, Desh.
 — *Couloni*, Pict. et Rnv.
Psammobia Studeri, Pict. et Rnv.
Arcopagia subconcentrica, d'Orb.
Macra Montmollini, Pict. et Rnv.
Penus vendoperana (Leym.), d'Orb.
Cyprina Saussuri (Brong.), Pict. et Rnv.
Corbis corrugata (Sow.), Forb.
Cardium Cornuelianum, d'Orb.
 — *Ibbetsoni*, Forb.
 — *Forbesi*, Pict. et Rnv.
 — *bellegardense*, Pict. et Rnv.
Cardita fenestrata (Forb.), d'Orb.
Opis neocomiensis, d'Orb.
Astarte laticosta, Desh.
 — *sinuata*, d'Orb.

Jusqu'ici est achevé, mais non encore entièrement publié, le travail descriptif dont je m'occupe avec M. le professeur Pictet.

Pour le reste des acéphales, je ne puis que citer deux ou trois espèces dont nous avons déjà fait un commencement d'étude. Beaucoup d'autres se retrouvent dans les deux bassins, mais, comme elles ne sont pas encore décrites, je ne puis les citer pour le moment, et je me réserve d'en donner plus tard une liste complète. Les seules que je puisse indiquer maintenant sont :

- Trigonia aliformis*, Park.
 — *ornata*, d'Orb.

Mytilus subsimplex, d'Orb.

Pinna Robinaldina, d'Orb.

Ostrea harpa, Goldf.

Toxaster oblongus (Deluc), Ag.

ÉTAGE URGONNIEN. — Immédiatement au-dessous de la marne jaune (*k*) se trouve, à la perte du Rhône, une assise peu épaisse de calcaire jaune-roussâtre qui présente des fossiles urgoniens, et en particulier le *Pterocera pelagi* (Brong.), d'Orb., qui a donné à la couche le nom de calcaire à Ptéroceres. En dessous, on ne rencontre plus sur une grande épaisseur que des alternances de calcaire gris dur et de calcaire blanc friable : c'est le vrai calcaire à Caprotines, caractérisé par la *Caprotina ammonia* (Goldf.), d'Orb., et le *Radiolites neocomiensis*, d'Orb. Ces deux assises réunies forment l'étage urgonien, qui s'étend jusqu'au pied de la montagne de Châtillon-de-Michaille, où ses couches sont relevées.

A Neuchâtel, au contraire, et tout le long du Jura, jusqu'au delà du Marnont (1), cet étage est formé de calcaires jaunâtres assez puissants, et contenant une faune analogue à celle de la perte du Rhône, mais beaucoup plus riche en espèces. Voilà pour le bassin méditerranéen. Quant au bassin de la Seine, cet étage y manque-t-il complètement, ou est-il représenté par des couches d'une tout autre nature? C'est ce que nous allons examiner.

M. Alc. d'Orbigny (2) a indiqué l'argile ostréenne comme tenant lieu, dans le bassin de la Seine, des calcaires urgoniens; mais cette assimilation n'est pas acceptable; car, comme l'a fort bien montré M. Cornuel par ses listes de fossiles, la faune de l'argile ostréenne diffère fort peu de celle du calcaire à Spatangues, et, comme nous le verrons plus loin, toutes deux se rapportent au niveau des marnes bleues d'Hauterive. Il ne reste donc plus que les couches nos 8, 9, 10 et 11 qui puissent représenter à Vassy l'étage urgonien, si réellement il y existe. Une découverte récente de M. Tombeck (3) vient de jeter un nouveau jour sur cette question. M. Tombeck a trouvé dans le fer oolitique n° 11, immédiatement recouvert par la couche rouge, une couche remplie de coquilles d'eau douce : *Unio Cornueliana*, d'Orb. (*Unio Martini*, olim), C-

(1) E. Renevier. — Note sur le terrain néocomien qui borde le pied du Jura de Neuchâtel à la Sarraz. — Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, t. III, p. 261, 1853.

(2) Cours élémentaire de paléontologie, etc., t. III, p. 606, 1852.

(3) Lettre de M. Cornuel. — Bulletin, 2^e sér., t. XII, p. 47, 1854.

ctas, *Paludina*, *Bulinus*? Il est donc plus que probable que pendant l'époque urgonienne la contrée des environs de Vassy avait momentanément cessé d'être recouverte par les eaux de la mer, et que des lacs de plus ou moins d'étendue servaient d'habitation aux mollusques d'eau douce que je viens de citer. Ainsi s'expliquerait l'absence, dans le bassin de la Seine, de la faune urgonienne marine. Le fer oolithique n° 11 serait donc de cette façon le vrai représentant de l'étage urgonien. Le n° 10 paraît uni au précédent, et quant aux n°s 3 et 8, leur manque de fossiles ne me permet d'émettre aucune opinion sur leur âge.

ÉTAGE D'HAUTERIVE ou *étage néocomien moyen*. — J'ai déjà dit que l'argile ostréenne et le calcaire à Spatangues ont une faune presque identique, et que cette faune est l'analogue de celle d'Hauterive. C'est ce que prouve le grand nombre d'espèces qui se rencontrent également dans les deux bassins. À ce même niveau, mais à côté de cette grande analogie, j'ai aussi quelques différences à signaler. Le groupement des espèces dans les étages néocomiens de la Suisse, et des environs de Vassy, est une preuve manifeste des différences d'association que présentent les fossiles dans des bassins différents. En effet, nous trouvons déjà dans le calcaire à Spatangues du bassin de la Seine, au milieu des nombreux fossiles qui caractérisent également ce niveau dans le Jura suisse, un certain nombre d'espèces, qui, dans le bassin méditerranéen, font leur première apparition à l'époque urgonienne, ou tout au moins y atteignent leur maximum, tandis qu'elles sont excessivement rares dans l'étage d'Hauterive. D'autres font même défaut à l'étage urgonien, et ne commencent à vivre dans le bassin méditerranéen qu'à l'époque rhodanienne. C'est ainsi que les *Rhynchonella lata* (Sow.), d'Orb., et *Terebratula semi-striata*, Defr., qui abondent à Bettancourt-la-Ferrée, à Vassy et à Marolles (Yonne), sont excessivement rares en Suisse, dans l'étage d'Hauterive (la présence de la *R. lata* y est même encore fort douteuse), tandis que la seconde n'y est pas rare dans les couches urgoniennes, et que la première y est très commune dans les trois étages urgonien, rhodanien et aptien. Le *Pterocera pelagi* (Brong.), d'Orb., est également assez fréquent dans le calcaire à Spatangues de Vassy; à la perte du Rhône, au contraire, il fait sa première apparition à l'époque urgonienne, et se poursuit de là dans l'étage rhodanien de Sainte-Croix et de la Presta (val de Travers). Enfin un certain nombre d'espèces qui, dans le bassin de la Seine, font également partie de la faune du calcaire à Spatangues, et de celle de la couche rouge, ne se montrent dans le bassin méditerranéen que pendant l'époque

rhodanienne. Ce sont, par exemple : *Rostellaria Robinaldina*, d'Orb. ; *Arcopagia subconcentrica*, d'Orb. ; *Venus vendoperana* (Leym.), d'Orb. ; *Astarte laticosta*, Desb. , etc.

ÉTAGE VALANGINIEN OU *étage néocomien inférieur*. — Il serait possible que ce terrain, qui jusqu'ici n'a été étudié qu'en Suisse, eût aussi son représentant dans le bassin de la Seine. M. Tombeck a trouvé récemment aux environs de Vassy, dans la marne argileuse noirâtre n° 1 de M. Cornuel, une faune qui semble différer notablement de celle du calcaire à Spatangues, et se compose en partie d'espèces non encore décrites. Peut-être est-elle l'analogue de celle de l'étage inférieur du groupe néocomien, que M. Desor va publier bientôt. Ce n'est, comme on le voit, qu'une présomption, et je dois même dire que je n'y ai reconnu aucune des espèces les plus habituelles dans l'étage valanginien de la Suisse, telles que les Nérinées, ou le *Pygurus rostratus*, Ag. Je ne donne donc ce rapprochement que comme une simple supposition, basée sur les caractères stratigraphiques seuls, et que l'étude de la faune viendra confirmer ou détruire. Quant aux couches n° 2, 3 et 4, la première se lie intimement au n° 1, et les deux autres, par leur manque absolu de fossiles, excluent toute possibilité de comparaison.

Je dois, en terminant, répondre à quelques objections qui m'ont été faites, sur la signification que je donne au mot *étage*. Quand je me sers des dénominations de *groupe* et d'*étage*, je leur accorde la même valeur que celle qui leur est donnée par M. d'Archiac, dans le t. IV de l'*Histoire des progrès de la géologie*.

Je nomme *étage* un groupe de couches intimement reliées entre elles par leur faune, c'est-à-dire qui ont le plus grand nombre de leurs espèces communes. Mais je ne prétends point donner à cette désignation un caractère absolu et universel ; au contraire ce sont plutôt des étages locaux ; comme ceux de M. Barrande, mais locaux dans la plus grande extension du mot, puisque je les retrouve presque identiques dans le bassin méditerranéen et dans celui de la Seine.

Je nomme *groupe* une série d'étages qui ont entre eux une analogie plus grande qu'avec ceux qui les suivent ou les précèdent, soit par le plus grand nombre des espèces qui passent de l'un à l'autre, soit par la plus grande ressemblance des formes. Il s'ensuit que les groupes doivent être beaucoup plus constants dans le sens horizontal, mais leur composition sera sujette à varier dans des localités éloignées, car tel étage pourra, par ses analogies paléontologiques, faire partie du groupe inférieur dans un bassin,

tandis que les changements qu'aaura subis sa faune dans un autre bassin le feront réunir dans ce dernier au groupe supérieur. C'est ainsi que je ne suis point encore décidé où je dois placer la limite entre le groupe néocomien et celui du gault, car les étages aptien et rhodanien sont bien plus voisins du gault, dans les environs de la perte du Rhône, qu'ils ne le sont dans le bassin de la Seine.

Quant au mot de *terrain*, je m'en sers avec M. d'Omalius (1) pour désigner indifféremment des divisions de tout ordre, car des couches, des étages ou des groupes sont également des *terrains*.

Étude stratigraphique du terrain nummulitique des Alpes vaudoises et valaisannes, par M. E. Renevier.

Dans une précédente séance, M. Lory (2) a entreteuu la Société de la configuration des dépôts nummulitiques du département des Hautes-Alpes; c'est à mon tour maintenant à reprendre, pour ce qui concerne les Alpes de la Suisse occidentale, la question stratigraphique qui n'a été qu'indiquée dans le travail paléontologique que j'ai publié en collaboration avec M. Hébert (3). Dans ce mémoire, nous signalions des localités où les couches nummulitiques sont inférieures à la couche dont nous décrivions la faune, et d'autres, au contraire, où cette dernière couche est inférieure aux assises à Nummulites. Une grande incertitude régnait encore sur la stratigraphie de ce terrain. M. Lory est venu éclaircir la question pour ce qui concerne nos localités françaises; je vais essayer d'en faire autant pour ceux de nos gisements qui appartiennent aux Alpes suisses. C'est dans une excursion que j'y ai faite pendant l'été, que j'ai recueilli les matériaux de cette note. Malheureusement, quoique j'eusse choisi pour ma course la saison la plus favorable pour ces sortes d'expéditions, c'est-à-dire le milieu d'août, la neige fraîchement tombée a mis obstacle à la visite que je comptais rendre de nouveau à l'intéressante localité des Diablerets. Je ne pourrai donc ajouter aucun détail nouveau sur ce gisement; mais l'étude détaillée que j'ai pu faire d'autres localités, telles que l'Écouvellaaz et la Cordlaz, combleront en partie cette lacune. A l'ÉCOUVELLAZ, je n'ai pas pu rencontrer la couche à Cérîtes, quoique j'aie parcouru

(1) D'Omalius d'Halloy. — *Abrégé de géologie*, p. 245, 1853.

(2) *Bulletin*, 2^e sér., t. XII, p. 17, 1854.

(3) *Description des fossiles du terrain nummulitique*, etc., 1854.

— Extrait du *Bulletin de la Société de statistique de l'Isère*, 2^e sér., t. III.

cette montagne à diverses reprises. Le terrain nummulitique y est composé de calcaire gris-noirâtre rempli de *Nammulites Ramondi*, Desf., var. *d.* et de *N. garansiava*, Joly et Leym., alternant avec des calcaires de même couleur, dénués de fossiles, ou contenant seulement quelques polypiers. Les couches se présentent dans deux positions différentes : 1° dans la position presque normale, c'est-à-dire un peu inclinées au N.-E. ; c'est ce qui se voit sur toute la montagne de l'Écouellaz proprement dite ; 2° redressées verticalement ou plutôt renversées sur elles-mêmes, et recouvertes par les terrains plus anciens, c'est-à-dire par le gault et les étages aptien, rhodanien, urgonien, etc. ; c'est ce qu'on observe tout le long de la chaîne qui sépare le canton de Vaud de celui du Valais, depuis le Pas de-Chevillon jusqu'au sommet de l'Écouellaz.

A la Cordaz, au contraire, on ne rencontre les couches que dans leur situation normale, c'est-à-dire assez fortement inclinées vers le N.-N.-E. En se dirigeant depuis l'Écouellaz, du côté de Bex et de la Dent-du-Midi, on suit la bande nummulitique toujours superposée au gault, et d'une composition toujours la même, jusqu'à la localité des Essets, où je n'ai pas pu davantage retrouver la couche à Cérîtes. Si l'on continue à suivre dans la même direction l'affleurement nummulitique, on arrive au gisement des grosses Natices de la Cordaz. Ici la composition du terrain se complique par l'intercalation de nouvelles couches, mais les relations stratigraphiques restent toujours les mêmes. En faisant une coupe en travers de la montagne de la Cordaz, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction de l'affleurement des couches nummulitiques, on se rend parfaitement compte de cette disposition.

Au pied de l'escarpement, du côté des chalets de l'Avare, on voit un calcaire sans fossiles, faisant probablement partie des terrains jurassiques ; au-dessus vient l'étage d'Hauterive, ou néocomien moyen avec le *Toxaster complanatus* (Gmel.), Ag. ; il atteint une grande épaisseur et est recouvert à son tour par le calcaire blanc urgonien avec la *Cyrotina ammonia* (Goldf.), d'Orb., qui forme l'arête supérieure de la montagne de la Cordaz. En arrière de cette arête, on rencontre l'étage rhodanien, avec *Toxaster oblongus* (Deluc), Ag., et *Orbitolites lenticulata* (Link.), Broug., puis, au-dessus de lui, formant un petit vallon, l'étage aptien, sous forme de grès verdâtre, et enfin le gault qui constitue de nouveau une petite arête. Tout le reste de la pente N.-N.-E. de la montagne est formé de terrain nummulitique.

Immédiatement au-dessus du gault vient une couche brunâtre qui n'atteint pas même un mètre d'épaisseur, et dans laquelle se

trouvent de petites Nummulites rares et mal conservées que M. d'Archiac a déterminées comme *N. Ramondi*, Defr., var. *d.* Cette assise est recouverte par la couche à grosses Natices, identique avec la couche à Cérîtes des Diablerets, et présentant tous les fossiles que nous avons cités avec M. Hébert (1), comme provenant du gisement de la Cordaz. Les couches qui reposent sur cette assise contiennent de nouveau quelques Nummulites, et avec elles des polypiers et trois espèces d'échinodermes appartenant aux genres : *Eupaugus*, *Scutellina* et *Bechinocyamus*. D'après la détermination de M. Desor, la première est très probablement l'*Eupaugus elongatus*, Ag.; quant aux deux autres, je n'ai pas trouvé jusqu'ici d'échantillons assez complets pour autoriser une détermination spécifique. Plus haut, les couches continuent à avoir le même aspect minéralogique, mais les oursins deviennent plus rares. On les trouve alors dans le vrai calcaire à Nummulites, exactement semblable à celui des Essets et de Pécouellaz.

La faune de cette assise se compose : 1^o d'un certain nombre de mollusques, pour la plupart différents de ceux de la couche à Cérîtes et parmi lesquels la *Turriteilla imbricataria*, Lmk., est une des espèces les plus fréquentes; 2^o des oursins que je viens de citer; 3^o de plusieurs polypiers identiques avec ceux de la couche à Cérîtes; et enfin de Nummulites au nombre de trois espèces ou peut-être même davantage. Parmi ces dernières, celles qui sont les plus abondantes, celles qui, en certains endroits, forment, pour ainsi dire, la roche tout entière, sont les *N. Ramondi*, Defr., var. *d.* et *N. garauiana*, Joly et Leym. La présence de cette dernière espèce, qui n'a été trouvée jusqu'ici qu'à la partie supérieure des sables de Fontainebleau (Gaus), vient confirmer l'analogie que présente la faune de la couche à Cérîtes avec celle de l'étage tongrien (2). Avec ces deux espèces de Nummulites s'en trouve une troisième beaucoup moins fréquente, qui paraît être la *N. contorta*, Desh.

Tous ces fossiles sont, en général, assez mal conservés et permettent rarement une détermination certaine; j'en ai donné la liste dans ma seconde *Note sur la Géologie des Alpes vaudoises* (3).

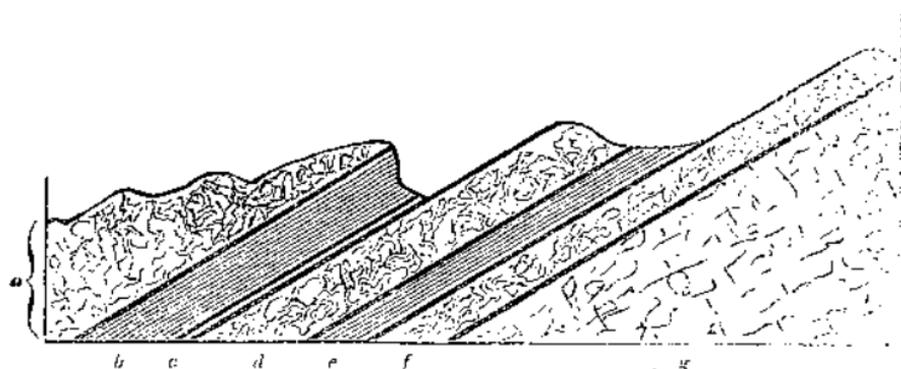
(1) *Description des fossiles du terrain nummulitique supérieur, etc.*, 1854.

(2) Hébert et Renevier. — *Description des fossiles du terrain nummulitique, etc.*, p. 82, 1854.

(3) *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, t. IV, séance du 1^{er} novembre 1854.

La coupe suivante résume les données stratigraphiques que je viens d'énumérer.

Coupe du gisement des grosses Natices de la Cordaz.



<p>a {</p> <p>b {</p> <p>c {</p>	<p>Couche des <i>N. Ramondi</i> et <i>garansiana</i>.</p> <p>Nummulites et oursins.</p> <p>Couche à grosses Natices.</p> <p>Couche des <i>N. Ramondi</i>.</p>	<p>d Étage du gault.</p> <p>e — aptien.</p> <p>f — rhodanien.</p> <p>g — argonien.</p>
----------------------------------	---	--

Voilà donc réunies sur un seul point les observations en apparence contradictoires qui avaient été faites dans des localités différentes. Comme à Faudon, la couche à Cérîtes repose sur une assise à Nummulites, mais aussi, comme dans le massif de Chaillol, la plus grande épaisseur de calcaire à Nummulites se trouve supérieure à la couche à Cérîtes (1). Une différence cependant reste à signaler, c'est que, dans les environs de Gap, la *N. Ramondi*, Defr., var. *d.*, est remplacée par la *N. striata* (Brug.), d'Orb. Cette dernière espèce n'a encore été rencontrée que sur un seul point des Alpes vaudoises, savoir : au Perriblane (montagne d'Argentine).

Il ne peut donc rester aucune incertitude sur la position relative des Nummulites et de la couche à Cérîtes ; cette dernière est bien réellement intercalée entre deux niveaux de Nummulites de même espèce, et ne peut plus en être distinguée que comme un facies local.

Le terrain nummulitique se continue tout le long de la montagne d'Argentine jusqu'au Perriblane, au-dessus de Bovonnaz. En poursuivant dans la même direction, on le retrouve près de la Dent-Rouge, et, plus loin, vers le sommet des Dents-de-Morcles, au-dessus de la vallée du Rhône.

DENT DE MIBL. — Les observations qui vont suivre sont dues à

(1) Lory. — *Bulletin*, 2^e sér., t. XII, p. 17. 1854.

une autre course que j'ai faite avec mon ami M. Pl. de La Harpe. Nous avons fait ensemble une étude détaillée de la chaîne de la Dent du Midi; ce travail paraîtra prochainement dans le *Bulletin* de la Société vaudoise des sciences naturelles. Pour le moment, je ne veux qu'en extraire ce qui a rapport au terrain nummulitique, afin de compléter l'étude stratigraphique de ce terrain dans les Alpes de la Suisse occidentale.

Quoique séparée par la vallée du Rhône des montagnes dont je viens de parler, la Dent du Midi n'en est pas moins orographiquement et géologiquement la continuation de la même chaîne. Mais ici les couches sont bien plus bouleversées. Nous avons vu à l'Ecouellaz des couches légèrement renversées, mais encore rapprochées de la station verticale: à la Dent du Midi, au contraire, les couches sont à la lettre renversées sens dessus dessous, de façon que, sans l'inversion de la série des étages, on les croirait légèrement inclinées du N.-O. au S.-E.

Le cirque de CÉLAIRE est la première localité où nous avons pu étudier en détail la succession des couches, et en particulier le terrain nummulitique qui s'y trouve mieux représenté que dans le reste de la chaîne. Ce cirque est situé immédiatement au-dessous du sommet de la Dent du Midi, vis-à-vis de Champéry (val d'Ilhers). Voici la coupe de la partie inférieure des rochers qui forment ce cirque.

Coupe au cirque de Célaire.



a Etage d'Hauteville.
 b — argonien.
 c — rhodanien.
 d — aptien.
 e Gault.

f Saover's alk ?
 g Anthracite.
 h Calcaire à Céciles.
 i — à Nummulites.
 j Schistes.

Comme on le voit, le terrain nummulitique est situé au-dessous de la série crétacée, et repose sur des schistes sans fossiles que beaucoup de géologues placeraient dans le flysch, et que pour moi je laisse tout à fait indéterminés. En dessous, mais géologiquement au-dessus du gault, se voit une assise calcaire d'environ 30 mètres d'épaisseur, dans laquelle nous n'avons trouvé aucun fossile, et qui, si elle n'est pas nummulitique, occuperait la place du *seewerkalk* du nord de la Suisse et de la Savoie. Au contact de cette assise se trouve une couche de combustible d'aspect anthraciteux, comme celui qui accompagne la couche à Cérîtes des Diablerets. Puis vient un calcaire jaunâtre d'environ 2 mètres d'épaisseur. C'est à partir de cette assise que commence la couche à Cérîtes sous forme de calcaire schisteux noirâtre, qui se divise en trois niveaux, le plus ancien contenant plus particulièrement les bivalves (*Cyrena convexa* (Brong.), Héb. et Ruv.; *Cytherea Filanosa*, Desh.; etc.), le suivant plus riche en gastéropodes (*Turritella imbricata*, Lk.; *Cerithium plicatum*, Brug.; *C. trochlear*, Lk.), et enfin, le troisième plus calcaire, qui ne contient presque que la Turritelle dont il est, pour ainsi dire, pétri. Enfin, entre ces couches et les schistes sans fossiles, se trouve une assise calcaire beaucoup plus puissante, très pauvre en fossiles, mais dans laquelle j'ai cependant pu constater la *N. Ramondi*, Defr.

Le terrain nummulitique se continue dans sa même position tout le long de la chaîne jusque vis-à-vis des chalets de Berroix, et jusqu'au col des Ruvinéaires, sur la frontière de Savoie.

Vis-à-vis de BERROIX, au passage de la Bédaz qui conduit au riche gisement de gault du creux de Bossetau, les couches nummulitiques, quoique toujours renversées et recouvertes par le gault, sont cependant beaucoup plus rapprochées de la verticale, et au col des Ruvinéaires, elles sont parfaitement verticales. Si l'on continue à les suivre en Savoie, on les voit s'incliner graduellement, mais en sens inverse, du S.-E. au N.-O.; elles sont alors dans leur position normale, et reposent sur le gault. Ce changement d'inclinaison des couches se voit également bien, si, au lieu de les suivre horizontalement jusqu'en Savoie, on fait l'ascension du creux de Bossetau en passant par la Bédaz. On rencontre d'abord, dans l'ordre renversé, les différents étages crétacés, reposant sur le terrain nummulitique, savoir : le gault, puis les étages aptien, rhodanien, urgonien, et enfin l'étage d'Haauterive, caractérisé par une grande abondance de *Toxaster complanatus* (Gmel.), Ag. Puis on voit les couches de ce dernier terrain faire voûte, c'est-à-dire passer à la verticale, puis s'incliner en sens inverse,

et enfin redevenir horizontales. On retrouve alors au-dessus d'elles les étages urgonien, rhodanien, aptien, et enfin le gault, lorsqu'on est arrivé au creux de Bossetan, puis un peu plus loin, au col de Bossetan, on rencontre de nouveau le terrain nummulitique incliné assez fortement et presque parallèlement à sa direction précédente.

On voit donc par là que la chaîne de la Dent du Midi n'est, pour ainsi dire, que le résultat d'un plissement, mais d'un plissement gigantesque, puisqu'il s'étend sur une longueur de plus de 6 lieues et une hauteur de 2,000 mètres.

A la Bédaz et au col de Bossetan, le terrain nummulitique est très pauvre en fossiles, et ne présente rien de bien remarquable, mais aux Ruyvancières la couche à Nummulites présente un beau développement. Les foraminifères y sont bien plus nombreux en espèces et bien mieux conservés qu'à la Cordaz et aux Essets. Nous y avons trouvé M. de La Harpe et moi, les espèces suivantes que M. d'Archiac a bien voulu déterminer :

Nummulites Ramondi, DeFr., var. *d.*

— *contorta?*, Desh.

Orbitolites submelio, d'Arch.

— *stellata*, d'Arch.

Operculina ammonica, Leym.

et en outre des bivalves indéterminables, telles que *Pecten*, *Ostrea*, etc., et des bryozoaires.

M. Ebray demande quel est le nombre des espèces d'après lesquelles M. Renevier a cru devoir créer le nouveau nom d'étage rhodanien.

M. Renevier répond qu'il a rencontré près de 80 espèces caractéristiques de l'étage rhodanien.

Séance du 8 janvier 1855.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Albert Gaudry, 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. Alphonse PARRAN, ingénieur des mines et professeur à l'École de Saint-Étienne (Loire), présenté par MM. le baron d'Hombres-Firmas et le marquis de Roys.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, décembre 1854.

De la part de MM. le vicomte d'Archiac et Jules Haime, *Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde, précédée d'un résumé géologique et d'une monographie des Nummulites*, in-4, seconde livraison. Paris, 1854, chez Gide et Baudry.

De la part de M. A. Viquesnel, *Planches 6 et 21 de l'itinéraire de son Voyage dans la Turquie d'Europe en 1847*.

De la part de M. Alexis Perrey :

1^o *Note sur les tremblements de terre ressentis en 1853* (extr. du t. XXI, n^o 6 des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*), in-8, 39 p.

2^o *Documents relatifs aux tremblements de terre au Chili* (extr. des *Annales de la Soc. Imp. d'agric., d'hist. nat. et des arts utiles de Lyon*, 1854), in-8, 206 p. Lyon, 1854, chez Barret.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1854, 2^e sem., t. XXXIX, nos 25 et 26; — 1855, 1^{er} sem., t. XL, n^o 1.

Bulletin de la Société de géographie, 4^e série, t. VIII, n^o 47, novembre 1854.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 7^e année, n^o 74, octobre 1854.

L'Institut, 1854, nos 4094 et 4095; — 1855, n^o 4096.

The Athenæum, 1854, nos 4417 et 4418; — 1855, n^o 4419.

Revista minera, 1854, n^o 110; — 1855, n^o 111.

M. d'Archiac présente, au nom de M. J. Haime et au sien, la seconde livraison de la *Description des animaux fossiles du*

groupe nummulitique de l'Inde, qui renferme les mollusques bryozoaires, acéphales, gastéropodes et céphalopodes, quelques annélides et quelques crustacés; puis un appendice assez étendu, un résumé général et un tableau où sont énumérées et rangées zoologiquement toutes les espèces connues jusqu'à ce jour (1). Cette faune se compose de 415 espèces, plus 50 variétés bien caractérisées, en tout 465 formes distinctes, dont 352 sont représentées sur les planches jointes à l'ouvrage.

Quoique le plus grand nombre d'entre elles appartienne à la région occidentale, celle du Sindé et du Béloutchistan, les espèces qui proviennent du Penjab, de la province de Simla, des hautes vallées situées au nord de l'Himalaya et du Bengale oriental, établissent suffisamment la contemporanéité des dépôts sur cette vaste étendue de pays. 36 de ces espèces retrouvées sur la côte orientale de l'Arabie, dans le nord de la Perse, l'Arménie, l'Asie Mineure, la haute Syrie ou dans le nord de l'Égypte, prouvent aussi la présence de ces mêmes dépôts dans ces directions, comme 69 autres ou 1/6^e du total les rattachent incontestablement à ceux de l'ouest et du sud de l'Europe.

La comparaison de ces 69 espèces identiques, aux deux extrémités de la zone asiatico-européenne, montre encore que dans chaque classe leur nombre est très différent et décroît à mesure qu'elles appartiennent à des animaux plus élevés, de telle sorte que le synchronisme des couches est particulièrement établi par les rhizopodes et les polypes zoanthaires, dont plus de la moitié des espèces sont communes. Les Nummulites forment à elles seules un septième du total de ces espèces communes.

Enfin, M. d'Archiac fait remarquer la concordance de l'esquisse donnée dans la première livraison des caractères et de la répartition des dépôts nummulitiques de cette partie de l'Asie, avec ce qu'a tracé M. Greenough sur la grande carte géologique et physique du même pays publiée très récemment.

(1) La première livraison, publiée au mois de mai 1853, comprenait une *monographie complète des Nummulites*, un *résumé géologique*, puis l'étude des *rhizopodes*, des *polypes zoanthaires* et des *échinoides* de l'Inde. Voyez *Bulletin*, 2^e sér., vol. X, p. 378. 1853.

Récapitulation du tableau de la faune nummulitique de l'Inde.

CLASSES et ORDRES.	Nombre des genres.		Nombre des espèces.		Espèces nouvelles.	Espèces propres.	Variétés.	Espèces mal-déterminées.				Espèces communes aux régions 1 et 3.	Espèces communes aux régions 1 et 5.	Espèces communes aux régions 1 et 4.	Espèces communes aux régions 3 et 4.	Espèces communes à d'autres parties de l'Asie ou à l'Égypte.	Espèces communes à l'Égypte ou à l'Asie.	
	1 ^{re} région.	2 ^e région.	3 ^e région.	4 ^e région.														
RHIZOPODES (Cœlentérés).	9	52	12	12	1			1	30	9	5	7						
POLYPTÈRES, zoanthaires.	11	17	4	6				1	17									
ESCHIMÉRIENS, échinoides.	17	42	25	57	2			1	41	1								
MOLLESCAPES, bryozoaires.	6	7	6	6					6	2								
— acéphales.	28	152	64	102	26			15	97	11	25	5		1				
— céphalopodes.	35	172	81	129	21			19	154	20	22	4	6	4				
ANNÉLIDES.	1	4	4	4					4									
ANNÉLIDES.	1	4	2	5					4									
CRUST. GÉS.	2	5	1	5					5									
POISSONS.	1	1						1		1								
REPTILES.	1	1						1			1							
Totaux.	116	413	197	502	50	9	58	356	44	49	16	18	6	6	2	56	9	

M. de Brimont, trésorier, présente l'état de la caisse au 31 décembre 1854.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1853. 3,743 fr. 35 c.

La recette, du 1^{er} janvier au 31 décembre
1854, a été de 20,721 40

Total. 24,464 75

La dépense, du 1^{er} janvier au 31 décembre
1854, a été de 20,960 05

Il reste en caisse au 31 décembre 1854. 3,504 fr. 70 c.

La Société adopte successivement les nominations que le Conseil a faites pour 1855 dans les diverses Commissions.

(1) Lorsqu'une variété se trouve seule dans une région, c'est-à-dire sans le type, elle y est comptée comme espèce.

Ces Commissions sont composées de la manière suivante :

1^o *Commission de comptabilité*, chargée de vérifier la gestion du Trésorier : MM. GRAVES, DAMOUR, VIQUESNEL.

2^o *Commission des archives*, chargée de vérifier la gestion de l'Archiviste : MM. HÉBERT, BELGRAND, DE LA ROQUETTE.

3^o *Commission du Bulletin* : MM. le vicomte d'ARCHIAC, VIQUESNEL, DELESSE.

4^o *Commission des Mémoires* : MM. DESHAYES, Ch. S.-C. DEVILLE, le baron DE BRIMONT.

On procède à l'élection du Président pour l'année 1855.

M. ÉLIE DE BEAUMONT, ayant obtenu 71 suffrages sur 123 votes, est élu Président pour l'année 1855.

La Société nomme successivement :

Vice-Présidents : MM. VIQUESNEL, le baron DE BRIMONT, GRAVES, DESHAYES.

Trésorier : M. le marquis DE ROYS.

Membres du Conseil : MM. DELESSE, le vicomte d'ARCHIAC, BARRANDE, BAYLE, MICHELIN, CHARLES D'ORHIGNY.

Il résulte de ces nominations que le Bureau et le Conseil se trouvent composés de la manière suivante pour l'année 1855 :

Président.

M. ÉLIE DE BEAUMONT.

Vice-Présidents.

M. VIQUESNEL,	M. GRAVES,
M. le baron DE BRIMONT,	M. DESHAYES.

Secrétaires.

M. Albert GAUDRY,
M. Jules HAIME.

Vice-Secrétaires.

M. Ed. COLLOMB,
M. Paul MICHELOT.

Trésorier.

M. le marquis de ROYS.

Archiviste.

M. CLÉMENT-MULLET.

Membres du Conseil.

M. CH. SAINTE-CLAIRE DEVILLE,	M. DELESSE,
M. D'OMALIUS D'HALLOY,	M. le vicomte d'ARCHIAC,
M. DELAFOSSE,	M. J. BARRANDE,
M. DE VERNEUIL,	M. BAYLE,
M. LEVALLOIS,	M. MICHELIN,
M. WALFERDIN,	M. Charles d'ORBIGNY.

*Séance du 15 janvier 1855.*PRÉSIDENCE DE M. VIQUESNEL, *vice-président.*

M. Albert Gaudry, 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.

BONNET, ingénieur en chef des ponts et chaussées, chargé de la voirie de Lyon, à Lyon (Rhône), présenté par MM. Viquesnel et le baron de Brimont ;

Eugène DURVELL, docteur en médecine, à Guebwiller (Haut-Rhin), présenté par MM. Kœchlin Schlumberger et Ed. Colomb ;

DE HAGENOW, docteur en droit, à Greifswald (Poméranie prussienne), présenté par MM. Michelin et Barrande.

M. DE WEGMANN, ancien membre, rue de Clichy, 45, à Paris, est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. E. Jacquot :

1° *Études géologiques sur le bassin houiller de la Sarre, faites en 1847, 1848 et 1850*, in-8, 274 p., 1 carte, 3 pl. Paris, 1853, Impr. impér.

2^o *Esquisse géologique et minéralogique de la Moselle* (extr. de la *Statistique générale de ce département*), in-8, 136 p., 1 carte, 2 pl. Metz, 1854, chez Pallez et Rousseau.

3^o *Quelques observations géologiques sur la disposition des masses minérales dans le département de la Moselle*, in-8, 9 p. Metz, 1854, chez Rousseau-Pallez.

De la part de M. Kœchlin Schlumberger, *Rapport fait au nom du Comité d'histoire naturelle, dans la séance générale du 31 mai 1854, sur le mémoire n^o 10, présenté au concours sous le titre de : Aperçu géologique du canton de Guelwiller* (extr. des *Bulletins de la Soc. indust. de Mulhouse*), in-8, 57 p. Mulhouse, 1854, chez P. Baret.

De la part de M. Hébert, *Mémoire sur des instruments en silex trouvés à Saint-Acheul, près d'Amiens, et considérés sous les rapports géologique et archéologique*, par feu M. le docteur Rigollot, in-8, 46 p., 6 pl. Amiens, 1854, chez Duval et Herment.

De la part de M. Edward Forbes, *Address delivered at the anniversary meeting of the geological Society of London, on the 17th of february 1854*, in-8, 65 p. London, 1854, Taylor and Francis.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, n^o 2.

L'Institut, 1855, n^o 1097.

The Athenæum, 1855, n^o 1420.

M. le Président dépose sur le bureau la 1^{re} partie du tome V des *Mémoires de la Société*.

Le secrétaire donne lecture d'une lettre par laquelle Son Excellence le Ministre de l'instruction publique et des cultes annonce qu'il a alloué à la Société géologique une subvention de 1000 francs pour 1855, pour contribuer à l'impression de *l'Histoire des progrès de la géologie*, par M. le vicomte d'Archiac.

La Société charge M. le Président de transmettre l'expression de sa reconnaissance à Son Excellence.

M. Viquesnel donne lecture de l'extrait suivant d'une lettre qui lui a été adressée par M. Ami Boué :

« Je prends la liberté de combattre l'opinion d'un de nos confrères qui jouit à juste titre d'une grande autorité dans la science. M. d'Omalius a soutenu (*Bulletin de la Soc. géol. de France*, t. XI, p. 80, 1853) qu'il ne s'est point formé de cratère avant la période quaternaire. Pour quiconque regarde les lois fondamentales du monde comme immuables, cette proposition est inacceptable. D'après le langage des anciens, le feu et l'eau ont donné lieu à certains phénomènes, dès le moment où le globe a été produit, et cette série de résultats modifiés suivant les circonstances accessoires s'est continuée jusqu'à nous.

« Mais, dira-t-on, peut-être autrefois les effets volcaniques étaient tout autres? Ce n'étaient que des éjaculations dans des fentes, des poussées pâteuses ou des volcans sous-marins. Il n'en est rien. Dès les premiers temps géologiques, les îles ont dû avoir des volcans, comme nous voyons encore actuellement s'en former dans l'Océanie. L'analogie ou la marche du connu à l'inconnu nous en donne l'assurance. Moins la croûte terrestre était épaisse, moins elle était refroidie et plus il devait y avoir de volcans. D'une autre part, il est tout naturel que si de nos jours nous voyons disparaître des cratères, ou des cônes de scories s'écrouler ou être enlevés par diverses causes, des destructions semblables ont pu *a fortiori* atteindre les cratères d'ancienne date. En cela, comme en bien d'autres choses, nos anciens en savaient presque plus long que nous, lorsqu'ils parlaient de volcans là où nous ne voyons actuellement que des massifs de roches plutoniques ou volcaniques, des îlots isolés de trapp, de basalte ou de trachyte. Les matières légères amoncelées autour des cratères ont servi à former par la voie neptunienne une grande masse des roches stratifiées anciennes, quoiqu'il y en ait d'autres qui n'ont pu être le produit d'éjaculations.

« Je vais plus loin, et je crois avec certains savants du siècle passé qu'on peut encore reconnaître çà et là la place d'un certain nombre de ces anciens volcans. Les localités volcaniques se trouveraient, pour moi, dans les régions granitiques, syénitiques, porphyriques, trappéennes, basaltiques et trachytiques. Si je crois les reconnaître en général dans les roches non stratifiées, je ne voudrais pas les exclure tout à fait du milieu de celles qui sont stratifiées. Les cratères de soulèvement de ces dernières viennent compliquer le problème, comme les cratères d'écroulement pour les autres. En remontant dans les temps géologiques, on pourrait trouver à rendre probable l'existence de cratères, dans diverses localités, jusqu'au commencement de l'époque secondaire et même

peut être jusqu'au-delà de la période houillère. L'âge de beaucoup de ces anciennes bouches volcaniques reste indéterminé. Si c'étaient des trons volcaniques sous-marins, ils auraient été remplis de quelque chose ou au moins d'alluvions, de cailloux roulés; il n'y a que des débris anguleux des roches voisines.

» D'une autre part, je suis convaincu que M. d'Omalius modifierait son opinion, si je pouvais le faire voyager, par exemple, en Hongrie et en Transylvanie, où certains massifs trachytiques offrent encore des cratères parfaits. Dans ce cas serait celui du lac Saint-Anne dans le pays des Szeklers : un profond entonnoir, aussi beau que celui de Vésuve lorsqu'il n'est pas plein, mais bien plus grandiose. C'est lui qui a converti le pays de ponces qui, tombées dans les lacs, se sont déposées en couches et enveloppent des bois fossiles. Certes, ces dépôts ne sont pas quaternaires, mais bien tertiaires, et ils se trouvent aussi bien autour de la bouche qui les a vomies qu'au pied de ces montagnes dans la vallée de la Marisch. Cette proposition est aussi évidente que celle suivant laquelle ces montagnes et leurs bouches sont restées étrangères à la production des énormes masses d'agglomérats trachytiques qui s'élevaient en montagnes au N. et N.-O. des premières. Ce cratère n'a pu être détruit parce qu'il est fermé de tous côtés. Le cirque presque encore complet de Gleichenberg, en Styrie, serait un autre exemple : entouré de trachytes et d'agglomérats de cette nature, sa bouche ancienne est occupée par le terrain argileux, d'où sourdent les sources acidules, salines et ferrugineuses. C'est un îlot volcanique au milieu d'un terrain tertiaire postérieur à l'éocène. Et les monts Euganéens ont-ils été produits sans cratères, ou seulement dans l'époque quaternaire? Les grands lacs d'Ulbers, de Bolfena, Bracciano, Wan, etc., appartiennent-ils encore à cette période? Je m'arrête pour prévenir la distinction entre trou ouvert de bas en haut et trou formé de haut en bas. »

M. d'Omalius répond que les faits invoqués par M. Boué ne suffisent pas pour lui faire admettre l'existence, avant la période quaternaire, de volcans semblables à ceux de la période actuelle. Ne pensant pas, comme M. Boué, que les éjaculations des porphyres et des trachytes se soient opérées de la même manière que celles de nos produits volcaniques, et que les cratères auxquels ces éjaculations auraient donné lieu aient pu être entièrement détruits s'ils avaient existé, M. d'Omalius n'abandonnera son opinion sur le peu d'ancienneté des volcans, que

quand on lui aura donné la preuve que cette opinion n'est pas fondée.

M. Boué cite un lac de Transylvanie comme représentant un cratère de l'époque tertiaire, et par lequel seraient sorties les ponces qui couvrent la plaine environnante ; mais, M. d'Omalus, sans vouloir discuter sur l'ancienneté de l'éjaculation des ponces dont il s'agit, fait observer que les paroles de M. Boué n'annoncent nullement un véritable cratère, placé au milieu d'un cône d'éruption et accompagné de coulées de laves, circonstances qui, pour M. d'Omalus, constituent les caractères essentiels des véritables volcans.

M. Boué cite aussi divers lacs d'Italie ; mais, en supposant que ces lacs représentent de véritables cratères, ce qui n'est pas non plus démontré, ils ne contrarieraient point la thèse que soutient M. d'Omalus, puisque les dépôts dans lesquels se trouvent ces lacs sont généralement considérés comme postérieurs à la période tertiaire.

Quant aux cirques des Alpes, il n'est pas à la connaissance de M. d'Omalus qu'aucun géologue y ait vu la preuve de l'existence d'un véritable volcan.

Enfin, pour ce qui est des volcans de l'Océanie, ils ressemblent à ceux des autres parties de la terre et ne se rapprochent pas davantage des porphyres et des trachytes.

M. Hébert présente un Mémoire de feu le docteur Rigollot, intitulé : *Mémoire sur des instruments en silex trouvés à Saint-Acheul, près d'Amiens, et considérés sous les rapports géologique et archéologique*. M. Hébert insiste sur l'intérêt que présentent les silex taillés de Saint-Acheul. Ces silex ont été blanchis superficiellement ; ils se trouvent dans une couche du département de la Somme, considérée jusqu'à présent comme antérieure à l'apparition de l'homme sur le globe.

M. le marquis de Roys fait observer que les silex taillés deviennent tous, avec le temps, blancs à leur surface. Il a trouvé un de ces silex, portant la trace bien visible de la taille qu'il a subie, et devenu tout à fait blanc. Il l'a recueilli à la surface du sol et au-dessus du *diluvium*, au pied de la montagne de Train, près Moret. M. Lajoie en avait donné plusieurs et des cou-

teaux de sacrifices également de silex, dans la collection de la Sorbonne. Il les avait recueillis dans des ruines d'édifices anciens, autour de la *Fontaine-aux-Fêes*, près Lorrez-le-Bocage. Ils étaient aussi plus ou moins recouverts de la même enveloppe blanche.

M. Buteux fait les observations suivantes :

Le terrain où se trouvent les silex travaillés ne saurait provenir d'éboulis ni de dépôts formés anciennement par la Somme. Il est situé sur un des flancs de la vallée, mais dans une partie qui a peu d'inclinaison et à 20 mètres au-dessus du niveau de cette rivière, qui est élevée elle-même, du fond de la vallée, avec la tourbe sur laquelle elle coule, de 4 à 5 mètres. Des hauteurs voisines au fond de la vallée, distance de 1 kilomètre environ, l'inclinaison est elle-même peu considérable.

Le terrain n'a pas été non plus remué ; il ne présente pas de fissures par lesquelles les silex eussent pu s'enfoncer à 4 ou 5 mètres de profondeur. D'ailleurs, le grand nombre qu'on en a trouvé aurait exigé des fissures bien nombreuses. Sauf quelques-uns ressemblant à des poignards, tous les silex travaillés ont une forme ovale aplatie, obtuse à l'une des extrémités plus qu'à l'autre, ne sont pas polis et ne présentent que des cassures concaves.

Si l'on ne peut accorder une confiance complète à la découverte des silex travaillés dans les lieux indiqués, parce qu'elle est attestée seulement par des ouvriers, cependant il est impossible de ne pas être disposé à y ajouter foi, lorsqu'on pense au grand nombre que l'on possède, et qu'autrement il faudrait que les ouvriers alassent les chercher ailleurs où leur découverte offrirait aussi de l'intérêt, mais dont ils ne pourraient apprécier la différence d'importance. Ils en trouvent presque tous les jours et ils les remettent au fur et à mesure, souvent encore entourés de leur gangue blanchâtre.

Si le fait a besoin d'être vérifié pour avoir une valeur scientifique incontestable, en attendant il mérite d'attirer l'attention, à raison de sa grande probabilité.

J'ai regretté que dans la note sur la constitution géologique du terrain, que j'avais remise à M. Rigollot et qui a été imprimée dans son mémoire, on ait omis le commencement de la phrase qui termine la page 32. Son importance me fait un devoir de la rétablir, car elle est relative à d'autres opinions que la mienne. Voici la phrase entière : « Je ne mets pas en doute que tous les géologues qui visiteront les terrains dont il est question dans cette note

ne les regardent comme diluviens, parce qu'on y trouve des ossements d'éléphants, de rhinocéros, etc., et que le limon a été remanié, car il n'est pas pur et vient sans doute des plaines voisines, où il paraît avoir été déposé et où il n'existe plus, soit qu'on observe aussi entre Broy et Albert et près d'Ailly-sur-Noye. Mais, ailleurs, dans le département, si les bancs de silex et le limon qui les recouvre sont considérés comme diluviens par presque tous les géologues, cependant, selon les savants éminents, auteurs de la *Carte géologique de la France*, ils font partie des terrains tertiaires moyens et supérieurs. *Non nobis... tantas componere lites.* »

M. Bourjot fait remarquer que dans le temps où l'on faisait un fréquent usage des pierres à feu, on creusait quelquefois, pour les extraire, des galeries profondes de plusieurs mètres, dans l'intérieur desquelles on taillait ces pierres. Les silex cités par M. Rigollot peuvent être restés dans l'excavation même où ils ont été travaillés. Postérieurement, des alluvions seraient venues les recouvrir.

M. de Verneuil rappelle que M. Lyell, en parcourant les rives du Mississipi, a, sur plusieurs points, constaté des débris de l'industrie humaine dans des alluvions qui renferment des ossements de Mastodontes. Ces découvertes faites dans le nouveau continent, ajoute M. de Verneuil, ne peuvent jeter qu'une faible lumière sur l'histoire de l'ancien, car en Amérique les circonstances de vitalité ont pu être différentes de celles qui se sont présentées dans nos pays. Il y a lieu, en effet, de se demander si les Mastodontes n'ont pas subsisté plus longtemps en Amérique qu'en Europe, et si l'homme, qui dans l'ancien continent n'a pas été témoin de l'existence de ces animaux, n'a pas été leur contemporain dans le nouveau.

M. d'Omalius est loin de nier l'existence, dans les dépôts diluviens, de silex taillés par la main des hommes; cependant, comme il s'agit d'une question extrêmement importante au point de vue scientifique; que, d'un autre côté, on a quelquefois confondu des pierres figurées avec des produits de l'art; que les silex cités comme trouvés dans un dépôt diluvien non remanié paraissent ne pas avoir été recueillis directement par les observateurs, mais leur avoir été remis par des carriers; et qu'enfin les gîtes de ces silex ne semblent pas situés au milieu

d'un plateau, mais bien sur des pentes, c'est-à-dire dans des positions où des glissements postérieurs à l'époque diluvienne pourraient avoir occasionné des dérangements, M. d'Omalus croit qu'il convient de soumettre ces faits à de nouvelles vérifications avant de les considérer comme définitivement acquis à la science.

M. Hébert donne l'extrait suivant d'une lettre de M. Abich :

Saint-Petersbourg, 43/25 octobre 1854.

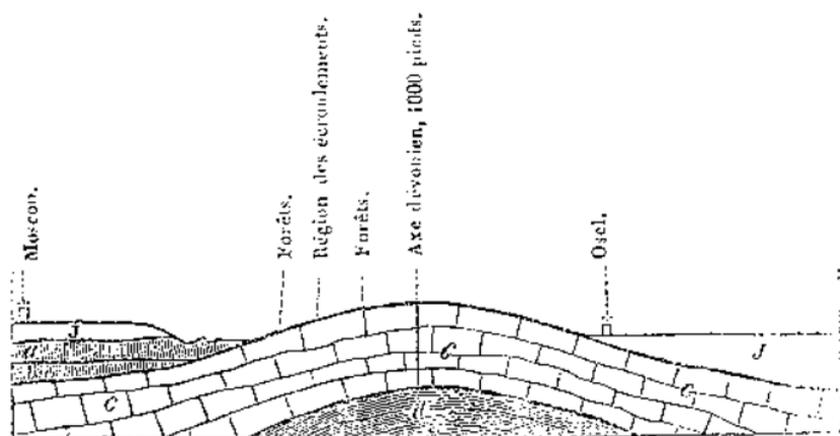
Il résulte des recherches faites par nos officiers du corps des mines, chargés d'explorer les contrées au sud de l'Oural et les alentours du lac d'Aral, qu'il existe, sur le bord occidental et septentrional de ce lac, un puissant dépôt éocène, avec une faune extrêmement riche en genres et en espèces de mollusques. La plupart sont identiques avec ceux du bassin de Paris; l'état de conservation ne laisse rien à désirer. Cette série de couches éocènes est superposée aux calcaires nummulitiques, en tout semblables à ceux qui bordent le bassin de la Méditerranée, et au-dessous desquels se trouve la craie.

L'étage inférieur de la craie et le terrain jurassique affleurent sur les falaises abruptes du lac d'Aral. Le gault et le terrain néocœmien y sont caractérisés par les mêmes fossiles que l'on rencontre au nord du Caucase, près de Kislovodsk, dans les vallées de Tchegem, de Balkar, de Naridon et du Daghestan, et que j'ai décrits dans une lettre à feu M. de Buch, insérée dans les *Jahresberichte* de la Société géologique allemande de Berlin pour 1852. Le terrain tertiaire inférieur de ces vastes contrées aralo-caspiennes est couvert par le terrain tertiaire moyen qui forme aussi la partie supérieure de l'Urt-Urt, dont l'élevation absolue est plus considérable que le maximum du niveau moyen que les dépôts plus récents, dits *aralo-caspiens*, atteignent dans l'espace entier du grand méplat aralo-caspien. C'est par erreur que notre carte géologique de Russie indique l'existence de ce dernier terrain le long du versant septentrional du Caucase, à des hauteurs qui dépassent même 4200 pieds, comme, par exemple, près de Stavropol. Je me suis aperçu de cette erreur en 1852 et 1853. Le sol de toute cette région appartient au terrain tertiaire moyen, caractérisé par les mêmes fossiles qu'en Volhynie, en Podolie et en Bessarabie.

Cette rectification et la constatation d'un immense bassin éocène,

qui se prolonge bien au delà du lac Aral, nous fournissent d'importantes données sur la constitution géologique des steppes qui s'étendent du pied du Caucase dans l'intérieur de l'Asie centrale. Mon collègue, M. de Helmersen, s'occupe en ce moment de la rédaction d'un mémoire sur les terrains qui environnent le lac Aral, et ce travail sera certainement d'un haut prix pour la science.

J'ai été chargé cet été d'une mission très intéressante. Un éroulement cratérimforme ayant eu lieu dans la région méridionale du gouvernement de Toula, l'Académie me désigna pour examiner ce fait et en rechercher la cause. Déjà de nombreux phénomènes de même genre avaient eu lieu à des époques antérieures dans cette région. Ils sont intimement liés à la nature du sol, et on les observe constamment au pied du bombement dévonien, dirigé à peu près de l'O. à l'E., et qui sépare la Russie européenne en deux bassins distincts, l'un septentrional, l'autre méridional.



- a. Terrain carbonifère supérieur avec *Spirifer mosquensis*.
 b. Terrain carbonifère inférieur, *Productus gigas*, charbon de terre (*Sigilluria ficoides*).
 c. Terrain dévonien.
 d. Terrain silurien.
 j. Terrains jurassique et crétaé.

L'horizontalité du terrain au pied de l'axe dévonien et le développement considérable qu'y prennent les argiles et les sables de l'époque diluvienne ont favorisé, surtout dans les forêts, la formation des marais, qui disparaissent rapidement aujourd'hui à cause des défrichements. Les eaux de ces marais, presque toujours sans écoulement extérieur, s'infiltrèrent jusqu'à 200 ou 300 pieds de profondeur à travers l'étage carbonifère inférieur, composé de calcaires, de marnes et d'argiles sablonneuses, dont la stratification n'offre aucune régularité. Elles arrivent ainsi sur une puissante

assise de grès friable reposant sur les calcaires et sur les marnes gypsifères de l'étage dévonien supérieur. De là il résulte un lavage souterrain continu favorisé par le plongement des couches vers le Nord. Ce lavage a produit à la superficie des enfoncements cratériformes, souvent alignés en ligne droite et dont on compte parfois dix à treize sur une étendue d'un kilomètre. Ces petits bassins ne tardent pas à se remplir d'eau. Les lacs qui en résultent ressemblent souvent à ces petits cratères à laves, si fréquents dans l'Eifel. Une végétation vigoureuse y détermine bientôt la formation de petites îles flottantes; des arbustes y naissent et finissent par consolider le sol mouvant, qui, peu à peu, se transforme en une sorte de tourbière, laquelle redevient forêt dans un certain espace de temps.

Il est évident que les mêmes agents, qui produisent de nos jours des cavités elliptiques de 400 à 600 toises carrées, produisaient au commencement de notre époque des changements beaucoup plus considérables dans la configuration du sol. Je pense que la plus grande partie des plateaux qui forment la superficie légèrement bombée de l'axe dévonien, depuis le méridien de Novgorod et de Smolensk, jusqu'à celui de Simbirsk et de Samara, sur le Volga, et même jusqu'à l'Oural, était couverte de marais à l'époque où la Russie d'Europe actuelle commença, par suite d'un soulèvement continental très lent, à sortir des eaux et à devenir terre ferme. Le dos de l'axe, ou, pour mieux dire, de la zone dévonienne, a dû nécessairement, avec sa hauteur absolue moyenne de 800 à 900 pieds, être émergé le premier, et cet état de choses réunissait sans doute le maximum de conditions physiques favorables à la formation du terrain problématique nommé *tsohornoi-zem*, qui présente en effet son plus grand développement sur tout l'espace qui avoisine la ligne de faite de la zone dévonienne et principalement sur le versant septentrional. Les principales sources de la Dwina, du Dniéper, du Volga et d'une quantité de leurs affluents embrassent des contrées marécageuses d'une élévation absolue, variée, mais toujours considérable. La formation des vallées et toute l'organisation hydrographique de cette partie de la Russie d'Europe devaient donc s'effectuer en raison directe de ce soulèvement lent du sol. La nature du *tsohornoi-zem* montre qu'il est purement de formation d'eau douce; car il résulte des observations d'Ehrenberg et de celles de Schid, à Iéna, que les formes microscopiques qu'il contient n'appartiennent pour la plupart qu'aux Phytolissaires qui correspondent tout à fait à des organes de graminées actuellement vivantes. Aussi les conditions géognostiques dans lesquelles ce

terrain se présente à nous, rendent très probable cette conclusion, qu'il s'est formé aux lieux mêmes où nous le trouvons. et tout s'oppose, au contraire, à l'idée que ce dépôt pur et fin ait pu être transporté du nord au sud par des courants ou de violents mouvements des eaux.

J'ai trouvé, sur ces parties du versant septentrional du Caucase, qui appartient à la périphérie de la grande intumescence hémisphérique dont le centre est l'Elberironz, un terrain noir extrêmement semblable au *tshornoi-zem* de la Russie d'Europe moyenne. Je l'ai observé sur les hauteurs de Temnolesk, à 1600 ou 1680 pieds au-dessus du niveau de la mer, reposant immédiatement sur les argiles sablonneuses diluviennes, sans traces de détritiques et moins encore de blocs erratiques. Ces couches diluviennes recouvrent de véritables faluns remplis de coquilles bien conservées et identiques avec ceux du bassin volhyni-podolien. La différence extraordinaire de niveau entre ces dépôts identiques, et très probablement synchroniques, présente, il est vrai, une grande difficulté; mais nous avons la probabilité de notre côté en cherchant à la résoudre par l'hypothèse d'un soulèvement continental au commencement de l'époque actuelle.

M. Deshayes présente un mémoire de M. Kœchlin Schlumberger, intitulé :

Description d'une variété de l'Ammonites spinatus, Brug., et variations dans les lobes de l'Ammonites margaritatus, Montf., par M. Kœchlin Schlumberger.

Ainsi que je l'ai indiqué dans ma coupe des environs de Mende (1), où j'ai annoncé le présent travail, le Liasien répandu en lambeaux le long du flanc E. des Vosges, dans le département du Haut-Rhin, renferme, avec assez de fréquence, l'*Ammonites spinatus*, Brug. Réunies à cette Ammonite, on y rencontre des variétés qui s'éloignent plus ou moins de sa forme normale et dont une s'approche beaucoup de l'*A. margaritatus tuberculosa* appelé *A. amatheus gibbosus* par les auteurs allemands.

J'ai reconnu des gisements de ce Liasien entre Senheim et Lav (vallée de Massevaux); au Rigisburg (chemin entre Thann et Ramersmatt); à Waltwiller, où M. Veltz l'avait déjà signalé; au Bollenberg (près Orschwyhr) (2).

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. XI, p. 605.

(2) Il existe un dépôt de Liasien entre Riquewihr et Zellenberg.

Dans les trois premières localités, et probablement aussi dans la dernière, le Liasien existe à l'état de marne argileuse et est exploité soit pour amender les prés, soit comme argile.

Dans le département du Bas-Rhin, dans une localité appelée Silzbrunnen, située dans un ravin près Uhrwiller (au Sud de Niederbronn), on trouve les mêmes Ammonites, mais renfermées dans une roche dure et compacte. Ici les Ammonites sont de plus grandes dimensions et mieux conservées (1).

Enfin les marnes schisteuses du Liasien de Mende (Lozère) renferment les mêmes espèces et variétés. A Mende, comme dans les gîtes du Haut-Rhin, les formes rapprochées du type normal de *A. spinatus* prédominent; les formes à tours arrondis sont l'exception; le contraire paraît exister au Silzbrunnen.

Pour ne pas trop s'égarer dans le dédale de formes diverses, je réduirai toutes ces variétés à trois principales, tout en avertissant que ces trois types ne sont nullement séparés, mais se lient entre eux par des passages variés.

Variété a. Ammonites spinatus normal, d'Orb., pl. 52; Zieten, pl. 4, fig. 7; Brom, *Lethæa*, pl. 22, fig. 12.

Les échantillons que je place dans ce groupe se rapprochent beaucoup des figures que je viens d'indiquer; quelques-uns sont même identiques avec le dessin et les mesures publiés par M. Alc. d'Orbigny.

Voici les mesures de quelques individus variés :

	Diamètre.	Largeur du tour.	Épaisseur du tour.	Recouvre- ment.	Largeur de l'ombilic.	Côtes.
Nos (2)	133	55	51	7	40	22
1 (5).	117	54,18	51,62	4,27	44,44	21
2.	117	57,18	{ à l'ombilic, 52,47 } { au dos, . . . 27,77 }	5,12	42,75	22
3.	70	55,5	44,28	"	"	15
4.	54	57	{ à l'ombilic, 55,11 } { au dos, . . . 24,07 }	5,09	42,00	24
5/6.	fragment.	15	43			

mais, en fait d'Ammonites caractéristiques, je n'y ai trouvé que l'espèce *Davei*.

(1) C'est dans cette localité aussi que M. Engelhardt a rencontré, avec beaucoup d'autres fossiles, les beaux échantillons décrits par M. Alc. d'Orbigny sous le nom d'*Ammonites Engelhardtii*.

(2) Type de M. Alc. d'Orbigny, *Paléontologie française, terrains jurassiques*, vol. I, p. 29.

(3) Cet échantillon est de la Normandie, ses mesures ne figurant ici que pour appuyer plus loin la question des lobes.

(4) Les chiffres expriment les mesures en millimètres.

Quoique rapprochés de la forme normale, les n^{os} 2 à 5 présentent encore des différences notables dont quelques-unes sont rendues évidentes par les mesures mêmes. Ainsi, dans les n^{os} 2 et 4, on remarque une grande différence entre l'épaisseur du tour au dos et à l'ombilic. Dans les n^{os} 3 et 5, l'épaisseur excède de beaucoup la largeur du tour, tandis que le contraire a lieu dans les autres échantillons, et surtout dans ceux considérés comme représentant la forme normale. Je signale aussi le petit nombre de côtes n^o 3.

Certains échantillons, comme l'indique la figure citée de M. Alc. d'Orbigny, portent deux rangées de tubercules de chaque côté du dos; dans la rangée intérieure, les tubercules ou pointes sont plus nettement circonscrits, quoique plus petits que ceux de la rangée extérieure. Mais sur d'autres échantillons cette rangée extérieure disparaît, et souvent alors la rangée extérieure est réduite à un faible renforcement de la côte.

Variété b, Pl. II, fig. 5 *a b*. Elle se distingue de la précédente par ses tours toujours plus comprimés, par l'absence presque absolue des tubercules ou pointes, par ses côtes plus nombreuses, et par la forme moins carrée du dos.

Mesures appartenant à ce groupe.

	Diamètre.	Largeur du tour.	Épaisseur du tour.	Recouvre- ment.	Largeur de l'ombilic.	Côtes.
Nos 6.	47	54	24	6,58	40,42	28
7.	54,25	57,95	25,55	5,84	35,03	27
8.	51,50	50,50	51,74	4,76	35,00	31

Le n^o 6 est la forme la plus abondante de ce groupe; elle représente un terme moyen entre la variété *a* à dos carré et le n^o 7 qui a le dos tranchant. J'ai dit tout à l'heure que généralement cette variété *b* était sans tubercules, mais sur ce n^o 6, quoique les côtes du dernier tour soient parfaitement lisses, on aperçoit dans les tours intérieurs de très petits tubercules.

Le n^o 7 est l'échantillon dessiné Pl. II, fig. 5 *a b*. C'est un extrême de ce groupe qui se distingue par son dos tranchant et son peu d'épaisseur, et qu'on serait, en raison de ces deux caractères, tenté de réunir à certains *A. margaritatus* jeunes, avec lesquels il a de l'analogie; mais en examinant la chose de plus près, on voit que cette variété extrême passe insensiblement à l'*A. spinatus* normal: ainsi, sur une grande série d'échantillons, il s'en trouve soit quant à la forme du dos, soit quant à l'épaisseur du tour, à tous les degrés de passages entre la figure 5 *a b* et l'*A. spinatus* variété *a*,

sans qu'il soit possible de tracer une limite qui sépare ces deux types extrêmes. Deux autres circonstances qui motivent aussi la séparation sont : 1^o que la variété fig. 5 *a b* avec tous ses passages a toujours un recouvrement moindre et un agrandissement de tours moins prompt ; 2^o que ses lobes sont identiques avec ceux fig. 15 appartenant à un échantillon de Mende, plus rapproché de l'*A. spinatus* variété *a* que ne l'est la figure 5 *a b*. Il est vrai que les lobes des jeunes Ammonites sont assez difficiles à caractériser à cause de leur simplicité ; cependant il m'a semblé qu'une différence caractéristique entre les lobes des *A. spinatus*, *A. margaritatus*, était que dans la dernière le lobe latéral supérieur se divisait en deux branches principales et inégales séparées par une profonde selle (voyez les fig. 6, 7, 8, 9, 11, Pl. III), tandis que, dans l'*A. spinatus*, les branches plus ou moins nombreuses qui terminent le même lobe latéral sont séparées par des selles moins profondes et d'égale longueur.

Le n^o 8 enfin présente la particularité d'avoir le tour plus épais vers l'ombilic que vers le dos ; cette circonstance et ses nombreuses côtes l'éloignent de la variété *a* ; il s'en rapproche, par contre, par deux rangées de tubercules très délicats de chaque côté du dos, qu'on voit surgir à l'origine du dernier tour.

Je ne puis signaler ici que les variétés les plus saillantes ; en général, ce groupe passe insensiblement à la variété *a* en prenant plus d'épaisseur.

La figure 15, Pl. III, représente les lobes de cette variété pris sur un échantillon identique avec le n^o 6 ; on voit que ces lobes diffèrent très peu de ceux de la variété *a*, représentés par les figures 12, 13, 14.

La forme dont je m'occupe ici est peut-être le jeune âge d'une variété dont l'état adulte m'est inconnu ; au moins je n'en ai pu observer de plus grands exemples que celui mesuré en l'autre part sous le n^o 6, et qui n'a que 47 millimètres de diamètre. Dans ce même exemplaire, la dernière loge occupe la moitié du dernier tour. Mais, quoique j'aie en un grand nombre d'échantillons à ma disposition, je n'ai pu constater, par la comparaison des tours intérieurs avec ceux extérieurs, que cette variété fût le jeune âge d'un autre. L'examen de toutes mes Ammonites entières prouverait plutôt le contraire, puisque leurs tours commencent par être beaucoup plus épais que larges.

J'arrive à la variété *c*, Pl. II, fig. 1 *a b*, 2 *a b*, 3, 4 *a b*. En voici les mesures (1) :

(1) Les mesures sont calculées par rapport au diamètre suivant le

Nos.	Diamètre.	Largeur du tour	Épaisseur du tour.	Recouvrement.	Largeur de l'ombilic.	Côtes.
9.	100	54,30	{ tuberc. 26 interv. 22 }	6	42	" voyez fig. 1 a b
10.	60	36,25	{ tuberc. 57,68 interv. 30,07 }	8	45,47	" voyez fig. 2 a b
11.	64	31,25	{ tuberc. 53,15 interv. 31,25 }	4,68	48,45	20 { voyez fig. 3, et lobes fig. 17.
12.	fragment.	22	{ tuberc. 23 interv. 21 }	{ voyez fig. 4 a b et lobes fig. 16.
15.	id.	10	{ tuberc. 15 interv. 12 }	

Quand on voit un échantillon isolé de cette variété, comme, par exemple, celui fig. 2 a b, on ne peut, au premier abord, se défendre de l'idée qu'il appartient à l'*A. amaltheus gibbosus*, Schloth., Ziet., pl. 4, fig. 2 a b c, ou *margaritatus tuberculeux* jeune, d'Orb., pl. 68. Ainsi le dos arrondi, la quille chevronnée, les gros tubercules sur les côtés du tour, tous caractères communs aux deux variétés, militent pour leur réunion. Cependant, par un examen plus minutieux, on ne tarde pas à se convaincre que la variété *c* ne peut être distraite de l'*A. spinatus*; on verra plus loin s'il n'y a pas des motifs péremptoires pour la séparer de l'*A. margaritatus*.

La preuve la plus évidente de ce que je viens de dire est que l'*A. spinatus* normal, d'Orb., pl. 52, forme, dans certains individus, comme, par exemple, celui représenté fig. 3, le jeune âge de la variété *c*. Dans cet échantillon, les tours intérieurs, et à peu près un huitième du dernier tour, sont parfaitement identiques avec la forme citée de M. d'Orbigny, pl. 52; après, le dos s'arrondit, les côtes s'écartent et diminuent successivement de saillie; les tubercules s'écartent également entre eux, et deviennent plus gros, de manière qu'à l'extrémité du dernier tour la variété *c* est bien constituée. Dans cet état, cette Ammonite n'a plus que huit ou neuf côtes par tour, qui portent une rangée seulement de tubercules plus gros et plus rapprochés de l'ombilic que ceux de l'*A. spinatus* normal. Les côtes, comme je l'ai dit déjà, sont très atténuées, surtout celles dépourvues de tubercules; elles sont plus apparentes dans le moule, car le test qui les recouvre, étant découpé par des stries en faisceau, les cache et nivelle leur relief.

système adopté par M. Alc. d'Orbigny pour ses Ammonites jurassiques. J'ai déjà montré ailleurs qu'il n'était pas rationnel de rapporter le recouvrement des tours au diamètre de l'Ammonite; j'ai cependant conservé cet élément avec son imperfection, pour pouvoir mieux comparer l'ensemble de mes mesures avec celles de l'auteur de la *Paleontologie française*. Pour l'épaisseur du tour, je l'ai indiquée, soit prise sur les tubercules, soit dans leurs intervalles.

Dans les échantillons fig. 4 *a b* et fig. 2 *a b* les tours intérieurs se rapprochent de l'*A. spinatus* normal, sans cependant lui être identiques, comme dans l'échantillon fig. 3. Ces tours ont le dos moins carré; les côtes régulières et très saillantes qu'ils présentent sont munies, une sur deux ou trois, de forts tubercules latéraux qui prévalent à la forme de l'adulte.

Mais les choses ne se passent pas toujours ainsi; souvent les principaux caractères de la variété *c* commencent avec les plus petits diamètres; alors les premiers tours ont encore de fortes côtes munies d'une rangée de tubercules ou pointes; ils ont le dos arrondi, la quille peu saillante. Du reste, ces petits diamètres offrent un certain nombre de formes qu'on ne peut ranger avec aucun des trois groupes que j'ai admis pour l'*A. spinatus*. Ainsi un échantillon de 22 millimètres a le tour plus de deux fois aussi épais que large, avec seulement dix ou douze très grosses côtes. Un autre de 33 millimètres de diamètre est difficile à distinguer et à séparer de l'*A. margaritatus tuberculoux* jeune; on y voit la même forme, les mêmes côtes et tubercules, le même accroissement plus prompt des tours; d'un autre côté, il se rapproche de l'*A. spinatus*, variété *c*, par plus d'épaisseur des tours et par les lobes, qui sont identiques avec ceux fig. 17.

Ces caractères contradictoires ne vont pas jusqu'à me faire concevoir des doutes sur la question qui m'occupe, mais ils autorisent à admettre que certaines variétés exceptionnelles des *A. spinatus* et *margaritatus* commencent dans le jeune âge par des formes très rapprochées. La multiplicité des formes que certaines Ammonites affectent dans le jeune âge donne lieu à une grande difficulté pour caractériser et déterminer les espèces dans cet état. Ce fait a été constaté en beaucoup d'endroits par M. Alc. d'Orbigny, et entre autres à l'occasion des *Ammonites athleta*, *ardennensis*, *Constantii* et *Eugenii* (1).

Ainsi si, dans l'embarras où je suis de classer mes exemplaires embryonnaires du Silzbrunnen, je présente une explication consacrée par le savant et célèbre auteur de la *Paléontologie française*, je ne crois pas encourir le reproche de pécher contre les principes de la science.

La comparaison des lobes vient fournir de nouveaux arguments pour la réunion des deux variétés de l'*A. spinatus a* et *c*.

Les lobes figurés appartenant à la variété *a* sont les suivants :

Fig. 12. *A. spinatus*, forme normale identique avec celle pu-

(1) *Paléontologie française. Terrains jurassiques*, vol. I, p. 501.

blée, pl. 52, par M. Alc. d'Orbigny, ce que prouve, du reste, la comparaison de ses mesures sur le n° 2 avec celles de l'auteur cité. Cet échantillon est bien conservé; on y voit une partie du test, les lobes sont bien marqués; il vient de Pont-des-Landes, département du Calvados, et m'a été donné par M. Tesson.

Fig. 13. Copie des lobes de l'*A. spinatus*, d'Orb., pl. 52.

Fig. 14. Lobes d'un fragment pyritisé de Mende (Lozère), les mesures au n° 5.

Ceux appartenant à la variété *c* :

Fig. 16. Lobes d'un fragment du gîte entre Sentheim et Lav, représenté fig. 4, mesures au n° 12.

Fig. 17. Lobes d'une Ammonite du Silzbrunnen, avec tours intérieurs, de la variété *a*, le dernier tour variété *c*. Fig. 3, mesures n° 11.

Ces lobes, ainsi que ceux dont il sera encore question plus loin, ont été dessinés par moi avec tous les soins et l'application dont je suis capable; si cependant ils ne représentent pas exactement la nature, il faut s'en prendre, en grande partie, à l'impossibilité de reproduire rigoureusement sur un plan des surfaces d'un tube tourné en spirale.

Entre les deux groupes de lobes il y a d'assez grandes différences; mais l'étude de cette partie des Ammonites m'a appris qu'il ne faut pas s'attendre à une similitude rigoureuse, même pour des espèces et formes identiques provenant de différentes localités. Ainsi, que l'on compare entre eux les lobes fig. 6 à 11, qui appartiennent tous à des *A. margaritatus*, et dont les figures 7, 8, 10 sont dessinées sur des échantillons de même forme; que l'on compare les figures 12 et 13, qui toutes deux appartiennent à des *A. spinatus* également de forme identique, et l'on se convaincra que, pour les lobes aussi, quoique ce caractère soit le meilleur et le plus positif pour reconnaître les espèces des Ammonites, il faut accorder d'assez grandes latitudes (1).

Ceci admis, je crois qu'il y a une assez grande analogie entre les lobes fig. 12 et celle 17, et entre ceux fig. 14 et 16, pour les con-

(1) Si, pour établir ce que je viens de dire, je suis réduit à mes propres études, c'est que le petit nombre d'ouvrages dans lesquels des lobes passablement dessinés ont été publiés ne donnent ordinairement qu'une seule figure de lobes pour une espèce. Ceci s'explique facilement pour les descriptions d'espèces d'une même localité où les lobes ne varient guère. Quant aux ouvrages généraux, le système de figurer plusieurs échantillons et plusieurs séries de lobes de la même espèce

sidérer comme appartenant à la même espèce, et cela d'autant plus que le caractère des lobes n'est ici qu'un moyen subsidiaire pour arriver à l'identification des variétés *a* et *c* de l'*A. spinatus*.

Mais la parenté de ces deux variétés bien établie, il se présentait une autre question : la forme de la variété *c* étant si rapprochée de l'*A. margaritatus tuberculæus*, cette variété ne pouvait-elle pas former un passage entre l'*A. margaritatus* normal, d'Orb., pl. 67 et l'*A. spinatus* normal, d'Orb., pl. 52?

Pour examiner cette question, j'ai dessiné les lobes de quatre échantillons d'*A. margaritatus* de différentes formes, et j'y ai ajouté les lobes publiés pour cette espèce par M. Alc. d'Orbigny et M. Quenstedt.

Voici l'explication de ces dessins :

Figure 6, lobes de l'*A. Engelhardti* (1), d'Orb., pl. 66 du Silzbrunnen.

Les Ammonites du Silzbrunnen, quoique bien conservées, ne montrent généralement pas les lobes d'une manière nette, et ce n'est qu'à grand'peine et avec beaucoup de patience que je suis parvenu à faire ce dessin que cependant je crois exact.

La comparaison de ces lobes avec ceux des figures 7 et 8, qui appartiennent à des individus de la forme normale de l'*A. margaritatus*, d'Orb., pl. 67, montre qu'il n'est pas possible de conserver l'espèce *Engelhardtæ* ou *Engelhardti*, et qu'il faut la réunir à la première. D'ailleurs, à part la grande similitude des lobes, on rencontre dans le Wurtemberg de très grands échantillons (*A. amatheus gigas* de Quenst.), dont les uns s'approchent beaucoup de l'*A. Engelhardtæ* et les autres forment passage entre ce dernier et la forme normale. Toutes ces variétés ont toujours été réunies à l'*A. margaritatus* par les paléontologues allemands.

Fig. 7. Grand échantillon d'*A. margaritatus* de forme normale, très bien conservé, de Pont-des-Landes, dans le département du Calvados, et que je tiens de l'obligeance de M. Tesson.

aurait entraîné à des frais de planches incompatibles avec l'économie de pareilles entreprises. D'ailleurs la discussion critique qui aurait été la suite d'un pareil procédé aurait démesurément étendu le texte et augmenté le chapitre des doutes plus que de raison.

(1) M. Engelhardt, mon savant ami, qui a bien voulu mettre à ma disposition sa belle collection d'Ammonites du Silzbrunnen, et qui m'a ainsi beaucoup facilité la présente étude, prétend que, pour être juste, il faudrait écrire *Engelhardtæ*.

Fig. 8. Echantillon à l'état de fer sulfuré, très bien conservé, forme normale, de Mende (Lozère).

Fig. 9. Copie des lobes de l'*A. amaltheus gigas*, figurés par M. Quenstedt, pl. 5, fig. 4 (1).

Fig. 10. Copie des lobes de l'*A. margaritatus*, forme normale, figurés par M. Alc. d'Orbigny, pl. 67.

Fig. 11. Lobes d'une Ammonite *margaritatus tuberculeux* ou *amaltheus gibbosus* du Wurtemberg.

On voit que ces lobes, à l'exception peut-être de ceux figure 10, ont un air de famille qui ne permet pas de les séparer ; on voit aussi qu'ils se distinguent bien nettement de ceux des figures 12 à 17, qui appartiennent aux trois variétés *a b c* de l'*A. spinatus* ; ainsi il devient évident pour moi, que, quant au caractère des lobes, les *A. margaritatus* et *spinatus* constituent bien deux espèces distinctes. Mais il y a plusieurs autres arguments à ajouter à celui fourni par la comparaison des lobes.

1^o L'*A. margaritatus tuberculeux* n'atteint jamais de grandes dimensions ; il paraît qu'elle ne dépasse pas 60 millimètres de diamètre, puisque c'est justement là la grandeur des individus figurés soit par M. Alc. d'Orbigny, soit par Zieten, et qu'elle constitue, ainsi que l'ont bien établi Schlothheim, de Buch et M. d'Orbigny, le jeune âge de certaines variétés de l'*A. margaritatus* normal. Il en est tout autrement de la variété *c* de l'*A. spinatus* ; elle arrive à des dimensions beaucoup plus considérables (2), et à l'inverse de l'*A. margaritatus tuberculeux*, elle forme souvent l'âge adulte de l'*A. spinatus*, variété *a* ou normale.

2^o Cette dernière Ammonite, ainsi que je l'ai déjà remarqué, perd ses côtes par degrés quand elle passe à la variété *c* ; ces côtes sont ainsi d'autant plus atténuées que la variété *c* est arrivée plus près de son entier accomplissement. Le contraire a lieu avec l'*A. margaritatus tuberculeux*, où les côtes ne sont fortes que pendant l'état qui a valu à cette variété le nom de *tuberculeux* ou *gibbosus*, qu'il y ait ou non des pointes ou tubercules latéraux ; ces côtes s'atténuent beaucoup aussitôt que cette variété prend avec l'âge la forme normale de l'*A. margaritatus*, et se réduisent

(1) *Petrefactenbunde Deutschlands*.

(2) Le plus grand échantillon de M. Engelhardt, celui représenté fig. 1 *ab*, a 100 millimètres de diamètre ; mais il n'est pas complet ; en le restaurant pour donner à sa dernière loge un tour entier, il arriverait à 150 millimètres de diamètre.

à de faibles ondulations avec un diamètre de 100 ou 150 millimètres.

3^e D'autres différences entre les Ammonites que je compare sont encore que la variété de *A. margaritatus tuberculeux* est toujours plus comprimée, qu'elle a un recouvrement bien plus fort, et que ses tours croissent plus promptement en largeur.

Le résultat de ces investigations amène donc à réunir la variété *c* à *A. spinatus*, et à considérer cette dernière avec ses trois variétés comme bien distincte de *A. margaritatus*.

Il est certainement très remarquable que des Ammonites qu'on trouve très souvent réunies dans la même couche aient pris des formes aussi rapprochées, tout en continuant à constituer deux espèces distinctes.

La proportion dans laquelle les trois variétés de *A. spinatus* se rencontrent varie avec les différents gîtes. Je n'ai vu la variété *c* ni dans les collections du Wurtemberg, ni dans celles de la Normandie. Au Silzbrunnen, elle est aussi abondante que la variété *a*. Entre Senthelm et Law, les variétés *a* et *c*, surtout la première, sont rares; presque tous les échantillons consistent dans la variété *b* plus ou moins comprimée.

J'ai été amené à dessiner et à réunir un certain nombre de lobes de *A. margaritatus* pour éclairer la question de parenté de cette espèce avec *A. spinatus* variété *c*; mais l'inspection de ces lobes peut encore servir à autre chose, et montrer combien il peut y avoir de variations dans les lobes appartenant à la même espèce.

Quand des variétés de la même espèce présentent des formes différentes, il ne paraît pas trop extraordinaire d'en voir aussi résulter une différence dans leurs lobes, quoique le contraire arrive plus souvent et forme plutôt la règle. Mais quand les Ammonites sont de formes identiques provenant seulement de localités différentes, il est vraiment étonnant qu'il y ait d'aussi grands écarts que l'on en voit en comparant les figures 7 et 8 appartenant au type normal, à la figure 10, qui est la copie des lobes publiés par M. Alc. d'Orbigny, pl. 67, et qui est presque identique avec les lobes de la même espèce qu'a fait connaître de Buch (1). Je suis loin de mettre en question l'exactitude des dessins fournis par ces deux célèbres auteurs, et j'attribue franchement la différence à la nature même des choses; cependant je ne peux me défendre de l'idée que peut-être cette différence s'atténuerait et s'expliquerait en partie, en supposant que ces deux dessins ont pu

(1) *Annales des sciences naturelles*, t. XVII, 4829.

être beaucoup grossis, et ont pu être pris sur de jeunes individus où les lobes sont moins découpés, les digitations plus simples et les extrémités plus arrondies.

Voici du reste les mesures des deux *Ammonites margaritatus*, sur lesquelles ont été dessinés les lobes fig. 7 et 8.

	Diamètre.	Largeur du tour.	Épaisseur du tour.	Recouvrement	Largeur de l'ombilic.
Fig. 7.	489	46,00	49,57	42,42	25,40
8.	64	47,65	48,75	40,93	27,30

Voici les mesures indiquées par M. Alc. d'Orbigny pour la même espèce, forme normale (1) :

230	48	48	43	23
-----	----	----	----	----

M. Albert Gaudry, secrétaire, rend compte des deux notes suivantes de M. Coquand.

Description géologique du terrain permien du département de l'Aveyron et de celui des environs de Lodève (Hérault),
par M. Coquand, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Besançon.

PREMIÈRE PARTIE. — TERRAIN PERMIEN DE L'AVEYRON.

Appelé une seconde fois, par M. le comte de Séraincourt, dans le département de l'Aveyron, pour y explorer les nombreux filons métalliques qui se montrent dans cette portion du plateau central, j'ai eu l'occasion de parcourir les nouveaux travaux entrepris dans le bassin houiller des environs d'Albo, avec autant d'intelligence que de savoir, par M. Bronac, ingénieur des mines de la compagnie d'Aubin, et d'y constater l'existence d'un terrain puissant, situé entre le grès houiller d'un côté et les grès bigarrés de l'autre.

Ce terrain, dont l'épaisseur, au-dessous du château d'Albo, dépasse 60 mètres, débute par un étage de conglomérats et de grès à éléments quartzeux, auquel succède un dépôt de schistes bitumineux, et il se termine par une série de bancs calcaires et quelquefois dolomitiques que l'on voit s'enfoncer dans la direction du nord, sous le premier terme du trias; de sorte qu'on se trouve

(1) *Paléontologie française, Terrains jurassiques*, vol. I, pl. 67, p. 248.

en présence d'une formation géologique, identique, dans sa position et ses divisions générales, avec la formation permienne de l'Allemagne centrale.

L'Aveyron, qui coule de l'est à l'ouest, la sépare en deux tronçons inégaux dont l'un, le plus septentrional, se relie d'une manière directe aux escarpements des *causses* secondaires de Concoures, tandis que le second vient s'appuyer, au sud-est, sur le terrain houiller qui domine à son tour le massif granitique de la montagne de Palanges. (Voyez Pl. IV, fig. 2.) Comme la section de la route de Rodez à Milhau par Sévérac a été ouverte dans le roc vif à partir de l'auberge d'Alboi jusqu'au point où elle franchit l'Aveyron presque en face de l'église de Gages, il devient facile d'établir la succession des couches, les particularités de leur composition, ainsi que les rapports réciproques des divers terrains qui s'y développent.

Le diagramme représenté par la fig. 4 embrasse l'espace compris entre le pont de l'Aveyron et l'auberge d'Alboi. Il recoupe 1° la formation jurassique; 2° la formation houillère; 3° la formation des grès bigarrés, et 4° enfin, la formation permienne. Cette dernière seulement sera l'objet spécial de notre description. Nous ne nous occuperons guère des autres que pour préciser leurs positions relativement à notre terrain permien, afin que de leur examen comparatif il ressorte clairement la preuve de l'indépendance de celui-ci par rapport aux grès triasiques ainsi qu'au grès houiller.

Alboi est distant de Rodez de quatorze kilomètres environ, et la route qui relie ces deux points remonte le cours de l'Aveyron, dont elle suit les contours, jusqu'au-dessous du petit village de Gages; là, elle quitte la rive droite, pour se diriger vers Layssac.

Nous choisirons pour base de notre opération le pont qui met en communication directe ces deux dernières localités. A mesure que l'on descend de ce pont vers l'auberge d'Alboi, on observe l'étage inférieur de l'oolithe (fig. 4, de A jusqu'en G), composé des termes suivants :

A. Marnes calcaires blénâtres, micacifères, mélangées de quartz, disposées en petites écailles ou plaques non continues, délayables par places et se réduisant en argile, quand l'élément argileux prédomine. Elles représentent la partie supérieure du grès supraliasique :

B. Fer hydraté rougeâtre, sous forme de petites oolithes engagées, ou, pour parler plus exactement, noyées dans une argile ocracée. Ce minerai est l'équivalent des fameux minerais en roche

de Mondaluzac et du château de Lagarde où elles atteignent une puissance de plus de 4 mètres. — Épaisseur, 0^m,08 :

C. Calcaire bleuâtre, à cassure conchoïde, formé de couches épaisses et bien réglées, dont les supérieures contiennent des rognons irréguliers de silex blond. La masse entière est traversée par des veines capricieuses de carbonate de chaux blanc et lamelleux. — Épaisseur, 6 mètres.

D. Dolomie jaunâtre, à grains miroitants et à texture serrée dans le cœur de la roche, mais cariée à la surface, comme si elle avait été corrodée par un acide. — Épaisseur, 6 mètres.

E. Calcaire jaunâtre, disposé en couches bien réglées que sépare en deux portions un nerf d'argile interposé, rempli de petites oolithes d'une couleur plus foncée, à cassure pierreuse et isolées au milieu de la pâte. — Épaisseur, 14 mètres.

F. Dolomie en bancs épais sans stratification apparente, de couleur jaunâtre tirant sur le gris, maculé d'une manière uniforme de petites taches dues à du peroxyde de manganèse. Le grain en est très miroitant et s'égrène en petits rhomboédres sur la surface exposée aux injures des agents extérieurs. — Épaisseur, 4 mètres.

G. Calcaire d'un ton gris d'ardoise, à cassure esquilleuse ou lithographique, formé de couches assez minces, mais régulièrement disposées. Il constitue le sommet du monticule sur lequel est bâtie l'église de Gages. — Épaisseur, 20 mètres.

Ces divers bancs, qu'une faille interrompt brusquement vers la naissance d'une gorge qui sépare l'église du puits de mine d'Albois, viennent buter directement contre les grès bigarrés et l'étage supérieur du terrain permien. Ils appartiennent à l'oolite inférieure : car, parmi les fossiles passés le plus souvent à l'état de calcaire spathique et faisant corps avec la roche encaissante, on reconnaît le *Belemnites giganteus* et la *Terebratula provalis*.

Immédiatement après on voitaffleurer à la surface et se heurter contre le grès houiller et les deux étages inférieurs du terrain permien une portion du troisième étage de ce dernier, ainsi que la base des grès bigarrés. Ce lambeau est intercepté entre la faille de Gages et une seconde moins considérable qu'on rencontre un peu plus bas, parallèle à la première et sensiblement dirigée comme elle du nord au sud. Les détails, que nous pourrions donner sur sa composition, seraient déplacés ici, puisqu'ils feraient double emploi avec l'exposé qui va suivre. Nous ne le mentionnons qu'à cause de l'accident orographique qu'il présente.

Ce premier dérangement de couches dépassé, on ne marche

plus, jusqu'à l'auberge d'Alloy, que sur le terrain permien dont on recoupe successivement tous les bancs, lesquels se présentent dans l'ordre suivant (1) :

II. — Conglomérats, poudingues et grès quartzeux. Ces roches remaniées, qui reposent directement sur la formation houillère, forment la base du terrain permien. On remarque d'abord des masses dépourvues de stratification d'un conglomérat passant graduellement à un poudingue et dont les fragments roulés, composés presque en totalité d'un quartz amorphe laiteux ou hyalin, proviennent, sans aucun doute, du démolissement des roches anciennes de la contrée. Ces cailloux sont agglomérés par un ciment siliceux mélangé de feldspath altéré ou bien enfermés dans un milieu d'éléments de même nature, plus petits par suite d'une trituration plus complète qu'ils ont éprouvée. Leur volume, qui dépasse quelquefois celui du poing, offre, ainsi qu'on le voit dans toutes les roches remaniées, des variations qui oscillent entre cette dimension et celle d'un simple grain de sable. Seulement, quand les débris se réfèrent à la première catégorie, les bancs qu'ils forment présentent peu de consistance et se désagrègent sur place avec une grande facilité, de telle manière que les produits meubles qui en dérivent donnent naissance à des champs caillouteux dont on serait tenté d'attribuer l'origine à des alluvions récentes. On en a un bon exemple sous les yeux entre le village de Bennac et les anciens puits d'extraction sur la rive gauche de l'Aveyron, où les escarpements de conglomérats dominent des talus de cailloux libres et incohérents provenant de leur destruction. Le granite figure aussi parmi les principes constituants des bancs de poudingues; mais leurs fragments y sont rares et ont, en général, subi une décomposition avancée. Malgré les recherches minutieuses auxquelles je me suis livré, il m'a été impossible d'y découvrir des roches dépendant du terrain houiller, ce qui était d'ailleurs présumable *à priori*, d'après la concordance qui existe entre celui-ci et la formation permienne.

Quand la dimension des grains descend à celle d'un petit pois, la roche constitue un grès grossier friable, dans lequel s'entre-mêlent souvent des trainées irrégulières de cailloux d'une taille plus

(1) Nous avons exagéré, dans la figure 1, l'inclinaison des couches permienes, qui n'est en réalité que de 20 à 22 degrés, afin de ne pas donner à notre coupe une longueur disproportionnée avec le format de la publication. La figure 2, dont le profil est perpendiculaire à celui exprimé par la figure 1, représente exactement les détails d'orographie ainsi que la disposition relative des terrains.

considérable, dont la présence dévoile, au sein des eaux qui charriaient ces matériaux et à des périodes intermittentes, l'action d'un transport plus énergique. Enfin la dernière variété, à laquelle donne lieu la ténuité du quartz, consiste en un grès très fin, grisâtre, régulièrement picoté de points blancs (feldspath décomposé; et parsemé de paillettes de mica argentin. Ce grès couronne l'étage des conglomérats et conduit brusquement, sans transition, à l'étage des schistes bitumineux qui lui succède. Observé sur place, il présente un rubanement régulier à lignes très rapprochées, qui est dû, suivant toute vraisemblance, à la direction uniforme des courants ou à des interruptions momentanées de dépôt, espèces de temps d'arrêt que l'on observe fréquemment aujourd'hui dans la construction des terrains à éléments roulés que les rivières et les torrents déposent sur leurs bords ou dans leurs lits aux époques des grandes crues.

Au-dessus du village de Bennac, j'ai remarqué, dans les grès permien et surtout dans les bancs supérieurs, quelques traces de végétaux indéterminables; ce sont les seuls corps organisés qu'il m'a été donné d'observer dans cet étage.

Les grès à éléments moyens sont susceptibles d'être exploités. On en a extrait pour le service de la mine de houille des cubes qui ont plus d'un mètre de côté. La facilité que possède la roche à s'égrener s'opposerait peut-être à ce qu'on la débitât en dalles trop minces; mais la nature et la consistance du grain dans certains bancs permettent d'en tirer des pièces d'appareil d'une fort grande dimension. Au surplus, la bonne qualité de la pierre n'avait pas échappé à la clairvoyance de nos devanciers, car M. Bronac, en faisant déblayer la surface des carrières qu'il a récemment ouvertes, a retrouvé des exploitations anciennes que recouvraient des chênes séculaires.

Lorsque le grès permien est exposé à l'air, il a la propriété de se recouvrir d'une teinte vert-jaunâtre qui masque la véritable couleur de la roche. Les bâtiments de l'auberge d'Albois et ceux du village de Bennac, construits avec les matériaux extraits de cet étage, sont comme badigeonnés par cette espèce de patine. Je l'attribue à la présence de pyrites de fer, lesquelles, en se décomposant, provoquent la formation de sulfate de fer et d'alumine. Bien que ce caractère n'ait pas une bien grande valeur, il paraît toutefois être spécial au terrain permien, car il est devenu pour M. Bronac un guide certain qui lui a permis de distinguer le grès permien du grès houiller qui se trouvent dans une même localité ou dans le voisinage l'un de l'autre.

La puissance des conglomérats est de 10 mètres environ. Au-dessous de cet étage apparaît le terrain houiller. Il est composé à sa partie supérieure de schistes bitumineux, de psammites et de grès fins micacifères, contrastant, par la régularité de leurs couches, par la finesse de leurs grains et par les nombreuses empreintes végétales qu'ils renferment, avec les conglomérats qui les recouvrent. Il devient évident que ces derniers, malgré la concordance qu'on remarque entre les deux terrains, commencent une ère géologique nouvelle, et qu'à la suite du mouvement du sol qui mit fin au dépôt plus tranquille des schistes houillers, les premiers sédiments permien durent se composer des matériaux volumineux arrachés par la violence des eaux aux formations émergées et exposées à leur attaque.

K. Ainsi que nous l'avons déjà dit, l'étage moyen du terrain permien consiste en un ensemble de schistes argilo-bitumineux, brunâtres, grisâtres ou bleuâtres comme des ardoises. Ils dégagent par l'insufflation une forte odeur d'argile et présentent un grain serré et uniforme semblable à celui des marnes endurcies. Malgré leur solidité apparente, ils sont tellement tendres, que tout corps dur, l'ongle même, a la propriété de les rayer et d'y laisser des empreintes qui ressortent en blanc. Le mica en petites paillettes fait pour ainsi dire partie intégrante de la roche, car on y voit cette substance disséminée avec une telle profusion, que les particules brillantes paraissent y jouer un rôle tout aussi important que l'argile elle-même. Il va sans dire que son abondance donne à la masse une structure feuilletée qui lui permet de se diviser en plaques minces et d'épaisseur régulière. Toutefois, ce mode de division, général pour chaque portion de couche examinée séparément, ne s'applique pas à l'ensemble de la formation. Celle-ci, en effet, au lieu de présenter la stratification nette qu'on signale dans les schistes ardoisiers ou dans les roches riches en mica, semble plutôt se comporter à la manière de certains gneiss feldspathiques, c'est-à-dire qu'elle se montre en bancs inégaux dans leur épaisseur, s'interrompant dans leur parcours et se pénétrant mutuellement par leurs extrémités amincies, disposition qui donne aux fragments qui se détachent par leur propre poids, ou qu'on abat par le moyen du pic, une structure esquilleuse en grand. Ce n'est qu'en débitant les blocs qu'on observe la cassure feuilletée dont nous venons de parler.

A cause de leur grande teneur en argile, ces schistes, lorsqu'ils sont exposés aux injures atmosphériques, se délitent promptement et se convertissent au moyen de l'eau en une boue visqueuse. Ils

admettent à divers niveaux quelques couches subordonnées, mais mal réglées et sujettes à des amincissements ou à des interruptions fréquentes, d'un grès friable, à grains fins, composé de quartz blanc, et se couvrant à la surface de cette teinte jaune que nous avons remarquée déjà dans les conglomérats. L'étage qui nous occupe se termine par un banc de grès blanchâtre, puissant de 30 centimètres, très riche en quartz et mélangé de feldspath kaolinisé.

Jusqu'ici nous n'avons passé en revue que des produits formés par voie d'opération mécanique. Il nous reste à mentionner l'existence, à l'état disséminé, de rognons de fer carbonaté lithoïde, généralement peu volumineux, composés de tuniques emboîtées les unes dans les autres, dont la structure est surtout bien indiquée dans les portions extérieures atteintes par les altérations, et que leur teinte ocracée jaunâtre fait aisément reconnaître.

Si j'avais pu disposer librement de mon temps, j'eusse entrepris de rechercher des plantes fossiles dans les argiles bitumineuses. Quelques traces de végétaux mal définies, qu'on rencontre çà et là au milieu des blocs détachés, me font supposer qu'on finira, avec un peu de patience, par y découvrir quelque gîte important d'empreintes, dont la détermination pourrait jeter du jour sur la flore d'une formation si peu connue jusqu'ici en France. C'est une recommandation que je prends la liberté d'adresser aux géologues qui auront occasion de visiter les environs d'Albov.

La puissance de l'étage des schistes bitumineux est de 16^m,40.

Il nous reste à compléter les détails de notre coupe par la description du troisième étage, dont l'épaisseur, ainsi que la composition qui est presque exclusivement calcaire, impriment à cette portion du terrain permien une physionomie toute spéciale. Cette considération nous a engagé à lui donner plus de développement qu'aux deux premiers termes. Les divisions que nous avons tracées étaient toutes écrites sur le terrain même; car, à part quelques variations dans le grain et la présence d'une couche de grès subordonnée, les diverses assises calcaires que nous allons décrire, et qui ont toutes la couleur noire pour caractère commun, sont séparées les unes des autres par des lits de marne ou d'argile.

On y rencontre :

L. Calcaire noir brunâtre, compacte, à grains serrés et miroitants, à cassure conchoïde et franche, éclatant avec sonorité sous le marteau. Il est traversé par des veines minces d'un calcaire spathique blanc. Il a beaucoup de ressemblance avec certains marbres noirs de Belgique. Les parties exposées à l'air ont été altérées plus ou moins profondément, et, de noires qu'elles étaient primiti-

vement, elles deviennent jaunes. On les prendrait alors pour un calcaire ferrifère de l'oolite ferrugineuse. — Puissance : 0^m,40.

M. Schiste marneux grisâtre, jaunâtre à la surface, par suite d'un commencement de décomposition : renfermant des plaquettes d'un grès fin, jaune et micacé. — Puissance : 0^m,90.

N. Calcaire très noir, rubané et moiré à l'extérieur, massif, à grains fins et subsaccharoïdes, consistant en deux couches bien nettes et de même épaisseur. — Puissance : 0^m,40.

O. Schistes noirâtres, solides dans les parties saines, se désagrégeant dans les parties altérées en petits fragments secs au toucher. J'y ai recueilli quelques débris d'ossements de reptile, dont la fragilité extrême n'a pas permis d'avoir de bonnes pièces. — Puissance : 0^m,30.

P. Calcaire noir, en couches minces, tabulaire, à cassure conchoïde, miroitant par places, traversé dans toutes les directions par des veines spathiques blanches, et contenant en outre des géodes tapissées de cristaux de chaux carbonatée métastatique et rhomboédrique équiaxe. — Puissance : 1^m,30.

Q. Schiste verdâtre, friable, passant à l'argile. — Puissance : 0^m,30.

R. Grès jaunâtre, fin, solide, divisé en compartiments de forme carrée par des fêlures perpendiculaires aux plans des couches. — Puissance : 0^m,30.

S. Calcaire noir-de-fumée ou brun-noirâtre, terne, à cassure largement conchoïde, disposé en couches épaisses et nettement stratifiées. Il ressemble beaucoup au muschelkalk. Il renferme des bivalves dont on ne voit malheureusement que les sections de la coquille qui a été convertie en calcaire blanc spathique. — Puissance : 1^m,20.

T. Schiste argileux grisâtre, se convertissant en une argile poussiéreuse. — Puissance : 0^m,45.

U. Calcaire dolomitique brunâtre, fendillé, à grains miroitants, maculé de jaune et s'égrenant sous les doigts, surtout dans les portions altérées.

Il m'a fourni à l'analyse :

Carbonate de chaux.	58,60
Carbonate de magnésie.	39,40
Argile et fer.	2,10
	<hr/>
	100,10

Puissance : 1^m,75.

V. Calcaire dolomitique, jaunâtre, ferrugineux, saccharoïde dans

la cassure, noyé au milieu d'argiles gris-noirâtre. Je n'ai point entrepris l'analyse de cette variété; mais l'effervescence lente qu'elle manifeste au contact des acides me fait admettre qu'elle se réfère à un calcaire magnésien et analogue à celui que je viens de mentionner. — 0^m,35.

X. Calcaire noir, en couches minces, nettement stratifié, semblable au calcaire S; sa puissance n'est que de 4 mètres dans la portion visible de la coupe (fig. 1) sur le coteau que longe la route, expirant à la naissance d'une plaine dans laquelle est bâtie l'auberge d'Alboÿ. On est obligé, pour juger de son épaisseur totale, de remonter le coteau perpendiculairement à la coupe que nous venons d'étudier et d'arriver jusqu'à la rencontre des grès bigarrés. On s'assure alors que tous les escarpements qui dominent la route, mais d'où l'on ne peut pas les apercevoir, et sur lesquels s'élève le château d'Alboÿ, sont entièrement occupés par le calcaire noir X dont la figure indiquée ci-dessus ne porte que la base. Ce calcaire ne m'a pas paru différer notablement de ceux que nous avons déjà décrits. Toutefois, il est moins facile, à cause des accidents du terrain et de la végétation qui le recouvre en partie, de déterminer la succession des couches d'une manière aussi rigoureuse que nous avons pu le faire dans les tranchées de la route. — Puissance : 22 mètres.

Sous le château même, nous avons recueilli dans un calcaire noir, mais rempli de paillettes de mica argentin, des fragments de côtes ainsi qu'une dent conique d'un reptile dont nous n'avons pas la prétention de reconstituer l'espèce d'après ces débris incomplets. Les seules coquilles que nous avons observées se rapportent à des bivalves de petite taille, globuleuses, d'une détermination bien difficile, tant elles sont corpes et se confondent avec la roche encaissante. Mais, nous le répétons ici, nous ne doutons nullement que des explorations persévérantes ne mettent le géologue, qui pourra y consacrer quelques jours, en possession de documents paléontologiques importants. N'oublions pas de mentionner que les diverses variétés de calcaire que nous avons décrites répandent sous le marteau ou par frottement une odeur fétide qui rappelle le *stinkstein* des Allemands.

En additionnant les épaisseurs des trois étages qui constituent le terrain permien dans les environs d'Alboÿ où elles peuvent être mesurées d'une manière exacte, nous voyons que le total, qui est de 50 mètres 5 centimètres, se décompose ainsi :

	Mètres.
Pour l'étage des conglomérats.	40,00
Pour l'étage des schistes bitumineux.	40,40
Pour l'étage des calcaires.	29,65
	50,05

Il ne reste plus pour compléter la monographie du terrain permien d'Alboÿ, qu'à constater ses relations avec les grès bigarrés. Cette constatation est facile, car le calcaire noir supérieur est dominé, dans la direction de l'est à l'ouest, par des escarpements de grès bigarrés rougeâtres qui, dans le département de l'Aveyron et dans les environs de Rodez notamment, dessinent un des horizons géologiques le mieux défini et le plus facile à saisir. Un sentier partant du château et se dirigeant sur le nord-ouest vous conduit, après un parcours de 200 mètres au plus, aux points de contact du calcaire permien avec le grès bigarré. On voit là, très clairement, que le premier est recouvert par le grès avec concordance de stratification parfaite, mais qu'il n'existe entre eux aucun passage minéralogique, car, là où le calcaire cesse, le grès commence brusquement et sans transition avec tous les caractères qui lui sont propres.

La coupe représentée par la fig. 2, perpendiculaire à la précédente, montre les relations réciproques du grès bigarré, du terrain permien et du terrain houiller, ainsi que la concordance de ces diverses formations entre elles. On avait d'ailleurs déjà la manifestation de ces rapports au-dessous de l'église de Gages où la première faille amène au jour un lambeau de grès bigarré et la partie supérieure du troisième étage permien. Cette coupe donne la succession du terrain depuis Alboÿ jusqu'à la rencontre de Palanges. Elle dénote que les grès bigarrés, les trois étages permien désignés par les lettres P¹, P², P³, ainsi que la formation houillère, sont établis dans des conditions identiques sur la rive gauche de l'Aveyron, où on les voit se redresser vers les roches granitiques qui constituent le fondement du plateau central.

Si, des hauteurs de Palanges, on regagne le pont qui nous a servi de point de départ, en remontant le cours de l'Aveyron et en n'abandonnant jamais le terrain permien, on arrive sur le village de Bennac où sont établis des fours à chaux que l'on alimente avec la pierre calcaire du terrain permien supérieur, et quelques pas plus haut on retrouve le prolongement de la faille de Gages qui vous met en contact avec les bancs les plus élevés de l'oolithe inférieure. Il deviendrait inutile, à cause de cet accident orographique à la

suite duquel le niveau primitif a été dérangé de plus de 270 mètres, de rechercher au delà de la faille le prolongement des formations permienues et houillères. Cependant, comme les couches se relèvent vers le nord du côté de Bertholène et de Layssac où apparaissent de nouveau le trias et le grès houiller, il serait intéressant de constater si, dans ces contrées, le terrain permien s'interpose entre ces deux formations, ainsi que nous l'avons établi pour les environs d'Albov. Nous n'avons pas pu procéder à cette vérification.

Il n'y a qu'à jeter les yeux sur les deux coupes dont les légendes viennent d'être développées dans la description qui précède pour voir que l'ensemble des couches (qui se dirigent sensiblement de l'est à l'ouest) s'abaisse à mesure qu'on se rend vers Rodez. En effet, à peine a-t-on dépassé l'auberge d'Albov, qu'on entre dans une plaine occupée par le grès bigarré, puis on recoupe successivement l'étage des marnes irisées et le lias inférieur; mais, en face du mamelon sur lequel est bâtie la capitale du Rouergue, les couches se redressent de nouveau dans le voisinage du terrain granitique, et sous Rodez même on constate de nouveau l'existence du terrain permien entre l'étage du grès bigarré et celui des schistes cristallins. Là le terrain houiller fait défaut.

Nous allons fournir de cette localité une description sommaire, mais que nous jugeons suffisante, puisqu'elle ne s'applique qu'à un lambeau très limité et représentant seulement la partie supérieure de la formation permienne.

Un mauvais chemin charretier, tracé à l'angle nord du Forail, laisse cette place sur la gauche et conduit par une pente très roide au ruisseau de Lanterne, qu'il franchit en face du bois de Barran, à un kilomètre au plus de Rodez. On trouve d'abord des bancs d'un micaschiste glanduleux rougeâtre passant au gneiss, et bientôt après, en face d'une ferme sise à gauche du sentier, dans le quartier dit *Prés-d'Aure*, sur une arête placée entre deux faibles cours d'eau qui se détachent du plateau même qui supporte Rodez, on voit cette roche cristalline coiffée par une calotte de calcaire noir-brunâtre, régulièrement stratifiée, que recouvre à son tour la masse puissante des grès bigarrés qui s'étend au nord de Rodez. (Voy. la fig. 3.)

Les bancs de micaschiste sont presque verticaux, tandis que les grès bigarrés et le calcaire permien se dirigent de l'est à l'ouest avec une inclinaison de 22 degrés vers le nord. Ainsi que nous l'avons déjà remarqué à Albov, les deux formations sont concordantes, et l'on n'observe entre elles aucun passage minéralogique.

La puissance du calcaire ne m'a pas paru s'élever à plus de 10 à 12 mètres, et encore le voit-on s'amincir graduellement à mesure qu'on se rapproche de Lanterne, et, avant même d'en atteindre les bords, il cesse complètement. Il est alors débordé par les grès bigarrés qui reposent sans son intermédiaire sur les micaschistes, ainsi que l'indique la figure 4, qui représente la coupe de la berge droite de Lanterne, tandis que la figure 3 représente celle de la berge gauche. Ces variations brusques, s'accomplissant dans un rayon de 500 mètres au plus, tendraient à faire considérer la calotte calcaire des Prés-d'Aure comme une dépendance du grès bigarré, dont elle ne serait qu'un simple accident minéralogique si la formation permienne dans l'Aveyron était réduite à ce lambeau insignifiant. Mais les caractères que nous lui avons reconnus à Albov, et la présence au-dessous de lui de deux étages de composition différente, indiquent suffisamment l'importance et la continuité du dépôt, tout en démontrant que les limites de la mer permienne se trouvaient sous l'endroit occupé aujourd'hui par l'emplacement de Rodez, et que le fond relevé du bassin sur ce point ne lui a permis de recevoir que l'étage supérieur, les étages des schistes et des conglomérats ayant d'abord comblé les inégalités les plus profondes. La formation permienne a donc dû prendre une configuration de plus en plus étalée, à mesure qu'il s'établissait des dépôts plus récents. On conçoit très bien alors que ces derniers, tout en recouvrant les plus anciens, ont dû les déborder et atteindre un niveau et des points que les schistes et les conglomérats n'ont pu recouvrir; d'où l'isolement apparent du calcaire permien dans le quartier des Prés-d'Aure.

Nous n'avons pas à nous étendre plus longuement sur les accidents de composition que présente le terrain permien de Rhodéz. Nous y retrouvons les mêmes calcaires brunâtres qu'à Albov; seulement ils paraissent chargés d'une plus grande proportion d'oxyde de fer, à en juger par la teinte jaunâtre des bancs exposés à l'air. Ils sont tous aussi plus ou moins magnésiens; on y rencontre même de véritables dolomies compactes et des dolomies terreuses constituant la variété désignée par les Allemands, sous le nom d'*asche*.

J'ai trouvé pour la composition de ces dernières :

Carbonate de chaux. . .	51,25
Carbonate de magnésie. . .	40,23
Oxyde de fer et argile. . .	8,52

100,00

d'où l'on peut tirer la formule de la dolomie $\text{Ca MC} = \text{Ca C}^2 + \text{MC}^2$.

Deux autres échantillons analysés m'ont donné de 27 à 32 pour 100 de carbonate de magnésie; d'où l'on voit que leur composition n'offre rien de précis.

Un banc subordonné de calcaire est remarquable par la quantité prodigieuse de mica argentin, ainsi que par les grains de quartz qu'il contient. Soumis à l'attaque de l'acide azotique, un échantillon a laissé un résidu insoluble équivalent au huitième du poids. Ce calcaire micacifère renferme quelques écailles de poissons.

Une particularité remarquable que nous n'avons pas eu l'occasion d'observer dans les environs d'Alboy caractérise les calcaires de Rodez, lesquels sont pénétrés dans tous les sens par des veines et des nids de baryte sulfatée blanche et rose, qui s'y trouvent mélangés avec du carbonate de chaux spathique. Ce sulfate est contemporain de la roche qui le renferme, car il est souvent emprisonné dans sa masse même et en si grande abondance, qu'il semble en devenir un des éléments constituants. Faudrait-il voir dans la présence de ce sel pierreux, qui est une des gangues les plus répandues dans les filons métallifères, l'intervention de la même cause qui a pénétré les schistes permien de Mausfeldt, des sulfures variés qui ont fait leur célébrité? Cette opinion ne paraîtra pas certainement trop téméraire, si l'on réfléchit qu'il se produit chaque jour de nouveaux exemples de l'introduction de sulfures métalliques accompagnés de baryte au milieu de roches fossilifères.

L'envahissement par les grès bigarrés de la région comprise entre Rodez et Alboy ne permet pas de constater d'une manière directe l'existence du terrain permien dans l'intervalle de ces deux points où il se montre au jour; mais on peut se prononcer pour l'affirmative; au surplus, le problème sera bientôt résolu. M. Bronac, se laissant guider par l'analogie, a eu l'heureuse idée de rechercher la houille sur la rive droite de l'Aveyron, au-dessous même du terrain permien, et il fallait, pour tenter ce coup hardi que le succès a complètement justifié, une connaissance bien exacte des terrains et de leurs rapports réciproques; car cette entreprise avait contre elle, à son début, tous les routiniers en exploitation qui parlaient de ce principe, que, là où affleuraient des couches calcaires, quels que fussent d'ailleurs leur âge et leur position, il n'existait aucune chance de trouver de la houille. Un nouveau puits en foucement établi en aval de celui d'Alboy, un peu au-dessus du moulin de Berguada, est ouvert dans le grès bigarré même, et il doit recouper les couches de cet étage d'abord et celles du terrain

permien entier ensuite, avant d'atteindre la formation houillère (1) : si les choses se comportent sur ce point comme à Alboÿ, ce qui est vraisemblable, elles auront résolu en partie la question de la continuité du terrain houiller, non-seulement sous le terrain triasique, mais encore sous les vastes plateaux calcaires connus par le nom de *causses* de Concoures, qui masquent une dépression du terrain primitif, dont les rebords se redressent vers la périphérie, et sont marqués par des bassins houillers qui ont été déjà l'objet de plusieurs concessions.

Avant les remarquables travaux de M. de Verneuil sur la géologie de la Russie, le terrain permien, qu'on désignait par la dénomination de terrain pénéen, n'était réellement bien connu que dans quelques contrées de l'Allemagne centrale et de l'Angleterre. Bien que pour l'assimilation et la comparaison d'une même formation géologique observée sur deux points du globe éloignés l'un de l'autre, on ne doive pas attacher une grande importance aux caractères purement pétrologiques, il ne faut cependant pas les négliger quand ils existent réellement. Le terrain permien, dans la Thuringe, le Mansfeldt et la Frauconie, que l'on considère comme les contrées classiques de son développement, comprend trois étages distincts : 1° celui du grès rouge, désigné par les Allemands par le nom de *Rothtodliegende* ; 2° l'étage des schistes (*Kupferschiefer*) ; 3° l'étage du *Zechstein* qui est calcaire.

Or, nous retrouvons dans le département de l'Aveyron un terrain permien également composé de trois termes, dont le premier (celui des conglomérats) correspond au *Rothtodliegende*, le second (étage des schistes) aux schistes de la Thuringe, et le troisième (celui du calcaire) au *Zechstein*. La ressemblance se poursuit même dans des particularités qu'on a le droit de considérer comme insignifiantes, surtout dans l'étage supérieur. Ainsi, les calcaires magnésifères et les dolomies rappellent la *rauchwacke* et l'*Asche* ; les calcaires d'Alboÿ compactes, grenus, fétides par percussion, rappellent le *Stinkstein* des Allemands. Enfin cette similitude est complétée par la présence, dans l'Aveyron, des veines de spath calcaire blanc, des grains de quartz et de mica que l'on retrouve également dans le *zechstein* d'Allemagne. Dans les écailles de poissons recueillies à Rodez, et dans les ossements de reptiles découverts à Alboÿ,

(1) Le puits d'Alboÿ, ouvert dans les schistes bitumineux (deuxième étage permien), a traversé deux couches de houille : la première, épaisse de 2^m,25, à 58 mètres de profondeur, et la seconde, épaisse de 2 mètres, à 94 mètres.

n'est-il pas permis de voir les représentants des *Palaëothrissum* et des *Monitans* qui caractérisent le kupferschiefer? Si toutefois, à cause de l'insuffisance des arguments paléontologiques, on pouvait hésiter à reconnaître un vrai terrain permien dans le nouveau terrain que nous venons de signaler, le doute, au point de vue de sa position stratigraphique, ne saurait être permis, car il deviendrait nécessaire d'assigner une place et un rang à une formation puissante de plus de 50 mètres, intermédiaire du grès houiller et des grès bigarrés, et qui n'appartient ni à l'un ni à l'autre de ceux-ci : or, cette place et ce rang, le terrain permien l'occupe seul.

SECONDE PARTIE. — TERRAIN PERMIEN DES ENVIRONS DE LODÈVE
(HÉRAULT).

L'existence du terrain permien dans le département de l'Aveyron me remit en mémoire, sur les lieux mêmes où je la constatais, le conflit d'opinions qui s'était élevé entre divers géologues et paléontologistes, relativement à l'âge des ardoises phytifères des environs de Lodève. Je fus curieux de les étudier sur place et d'en établir la comparaison avec le terrain des alentours d'Alboÿ.

On sait que M. Adolphe Brongniart, dans son tableau des genres des végétaux fossiles (1), a attribué à la période permienne les plantes recueillies dans les schistes bitumineux du pays de Mansfeldt, celle du grès de la Russie et enfin celle des environs de Lodève. Voici en quels termes ce savant s'exprime sur les provenances de cette dernière localité : « Les ardoises de Lodève, considérées par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont comme dépendant du grès bigarré, mais si différentes du grès bigarré des Vosges par leur flore, sont-elles classées avec plus de raison dans cette période (permienne), qui serait ainsi une sorte de passage de la période houillère, si bien caractérisée, à la période vosgienne ou du grès bigarré, qui en diffère d'une manière si tranchée ? »

Ces doutes, la description du terrain pourra les faire disparaître. C'est cette considération qui nous engage à publier le résultat de nos investigations.

La ville de Lodève est bâtie sur un îlot de terrain de transition enclavé au milieu des grès bigarrés et des terrains jurassiques. La rivière de l'Ergue, qui la sépare en deux portions inégales, coule sur une faille qu'on aperçoit très bien dans son lit et qui met en

(1) Extrait du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, Paris, 1849.

contact une partie de la formation permienne dont les couches sont peu inclinées avec des schistes satinés, phylladiens, et des grès fins, rougeâtres, appartenant aux terrains de transition et qui sont presque verticaux (voyez la fig. 5). Quand on suit la route de Bédarrioux, c'est-à-dire quand on tire vers le sud-est, et qu'on a dépassé les dernières maisons et les enclos sous lesquels s'efface la nature du sous-sol, on arrive à un point de la route, connu sous le nom de *Saut de la Novio (Fiancée)* qui, à la droite de l'observateur, est dominé par un escarpement taillé dans les grès bigarrés et est séparé à sa gauche, au moyen d'un parapet, d'un effondrement creusé dans un terrain noirâtre par un des affluents de l'Érgue, la Soulongre. Les grès bigarrés, que leur couleur amarante fait reconnaître de loin, consistent en des alternances d'argiles et de roches arénacées. Au *Saut de la Novio* même, ils sont supportés par un système de schistes noirs, très fenilletés, susceptibles de se déliter avec facilité et de se convertir en une roche pourrie et friable. Dans les portions que l'altération n'a pas encore atteintes, on reconnaît des psammites très fins, micacifères, à structure, sinon à consistance ardoisée, des argiles bleuâtres, ternes, à cassure inégale et à surface raboteuse ou bosselée. Cet ensemble de couches, dont la puissance est de 10 mètres environ, s'enfonce sous le lit du ruisseau et se termine presque en face contre le terrain de transition; de plus, comme vers le nord-ouest il est étouffé par les grès bigarrés, on se trouve ramené immédiatement dans les jardins et dans la ville, si on les suit sur les deux berges du ruisseau.

Les notions sur le terrain permien de Lodève seraient à coup sûr bien incomplètes, si elles se bornaient au lambeau que nous venons de mentionner; mais heureusement nous retrouvons son prolongement sur la rive gauche de l'Érgue porté par la faille à un niveau plus élevé, ce qui nous permettra d'étudier d'une manière directe ses rapports avec le complément de la formation dont il dépend, ainsi qu'avec le terrain houiller des environs du village de Soumont qui le supporte.

On a une excellente coupe en se rendant de Lodève au quartier dit de la *Tuilière* où existent les principales exploitations des ardoises, en suivant le ravin de la montagne des *Yeuses* qui débouche dans l'Érgue, presque en face de la ville. La figure 5 donne la succession des bancs que j'ai traversés. J'avais l'avantage d'être guidé, dans cette excursion, par MM. Gouin, Cavet et Afelet, amateurs de géologie, auxquels les détails de la contrée sont très familiers, et je dois à leur obligeante intervention le

bénéfice d'avoir été conduit sur tous les points qui pouvaient intéresser l'objet de mes recherches.

Nous ne nous occuperons point ici de décrire le terrain de transition avec dykes de basalte que nous avons traversés jusqu'au-dessus du coude que fait le sentier quand il franchit la dépression qui reçoit les eaux de la montagne des *Yeuses*. On marche généralement sur des schistes phylladiens satinés et sur des calcaires saccharoïdes gris dont les couches sont presque verticales. A quelques mètres au-dessus du ravin le terrain change, et jusqu'au sommet de la montagne on marche sur un terrain dont les bancs sont très peu inclinés, et dont les roches variées s'écartent, par leur composition, et des formations plus anciennes sous-jacentes et des grès bigarrés qui les recouvrent.

On rencontre d'abord (fig. 5):

A. Des bancs épais d'un conglomérat composé de quartz, de grès solide rougeâtre, de schistes argileux et de calcaire saccharoïde qu'on observe dans les environs: on y reconnaît, en effet, tous les représentants du terrain de transition, ainsi que des fragments de granite et de micaschiste. Le volume des blocs varie depuis la grosseur d'un œuf d'autruche jusqu'à celle d'un grain de sable. La plupart d'entre eux sont anguleux et n'ont pas dû être amenés de bien loin; d'autres, au contraire, tels que les quartz, sont passés à l'état de cailloux. Tous ces divers matériaux sont noyés dans des roches de même nature, mais triturées et converties en sable libre ou agglutiné: ils paraissent avoir été amoncelés, sans ordre ni triage, suivant le volume, par l'effet d'un courant très violent. Il serait réellement difficile de distinguer, dans cet amas incohérent, des lignes distinctes de stratification. — Puissance, 12 mètres.

B. Grès ferrugineux, fin, composé de grains de quartz, de grosseur égale, de couleur jaune, mélangé d'argile ocracée, et disposé en bancs minces et bien réglés. Les interstices et les fissures sont remplis de baryte sulfatée lamellaire, blanche. Cette substance s'observe dans tous les bancs inférieurs aux schistes bitumineux que nous devons rencontrer plus tard. — Puissance, 8 mètres.

C. Schiste cotriculaire, gris pâle, donnant une odeur prononcée d'argile par insufflation, à grains serrés et cassure plane dans le sens des couches, conchoïde dans le sens transversal. — Puissance, 2 mètres.

D. Grès fin, ferrugineux, micacifère. — Puissance, 12 mètres.

E. Conglomérat analogue au conglomérat A, mais à fragments moins volumineux. — Puissance, 4 mètres.

F. Grès ferrugineux. — Puissance, 4 mètres.

G. Dolomie saccharoïde jaune, très solide, devenant, à la partie inférieure, une véritable brèche polygénique à cause de la grande abondance de fragments anguleux de roches étrangères qu'elle contient. On y reconnaît des cipolins, du calcaire saccharoïde, des schistes argileux, des grès rougeâtres et du quartz arrachés au terrain de transition environnant. Ces fragments deviennent de moins en moins volumineux et de plus en plus rares dans les couches supérieures : aussi, les derniers bancs sont-ils exclusivement formés de dolomie. On y observe de nombreuses géodes dont l'intérieur est tapissé de petits cristaux de calcaire nacré qu'au premier aspect on serait tenté de prendre pour du talc argentin. — Puissance, 18 mètres.

H. Dolomie jaune, friable, tachant les doigts, se réduisant avec facilité en un sable brillant. Elle contient des fragments d'ossements de reptiles. — Puissance, 4 mètres.

I. Schiste bitumineux noirâtre, solide et très feuilleté, terne dans la cassure, mais offrant une multitude de taches brillantes, charbonneuses, dues à la décomposition des végétaux, répandant, en brûlant, une forte odeur bitumineuse, beaucoup de fumée, et laissant pour résidu une carcasse jaunâtre, sèche au toucher et d'apparence tripoléenne. On y observe, mais rarement, quelques renflements autour desquels les feuilletés se replient et composés d'une matière jaune offrant la plus grande ressemblance avec certains coprolites de Lyme-Regis. — Puissance, 1^m,50.

K. Schiste ardoisier, d'un gris bleuâtre terne, très solide, chantant sous le marteau à la manière des phonolites, parsemé de paillettes de mica, très tenace, et contenant en grande abondance ces empreintes végétales qui ont établi leur célébrité. — Puissance 14 mètres.

L. Grès à grains très fins et très serrés, noir-grisâtre, micacifère, et ressemblant à un quartzite métamorphique du terrain de transition, se séparant en plaques à faces parfaitement unies et parallèles, mais ne pouvant être employées comme ardoises à cause de leur trop grande épaisseur. On y remarque, mais en bien moins grande quantité que dans les schistes ardoisiers, des empreintes végétales. Les parties exposées depuis longtemps à l'air se recouvrent d'une patine superficielle de couleur chocolat qui le fait ressembler à des pierres lithographiques prêtes à recevoir

voir le dessin. Cette propriété, les ardoises la partagent aussi. — Puissance, 0^m,65.

M. Schiste argileux et argiles noirâtres, fissiles et friables, analogues à ceux que nous avons signalés au *Saut de la Navio* et occupant le même niveau géologique. On est obligé de s'en débarrasser pour parvenir aux bancs exploitables d'ardoises. — Puissance, 41 mètres.

Au-dessus, et dans leur prolongement, se trouvent les grès bigarrés.

La puissance totale de la formation permienne depuis le ravin des *Yeuses* jusqu'au-dessus de la *Tuilère* est par conséquent de 91^m,15. Elle se divise nettement en trois étages : 1° celui des conglomérats et des grès dont l'épaisseur est de 42 mètres ; 2° celui des dolomies, épaisseur, 22 mètres ; 3° celui des schistes, épaisseur, 27^m,15.

Nous ne retrouvons point à Lodève les mêmes divisions que dans les environs d'Albo, puisque les ardoises qui représentent l'étage schisteux sont supérieures aux dolomies ; mais la présence d'un dépôt puissant de conglomérats et de grès à la base et des dolomies dans l'épaisseur de la formation indique suffisamment qu'à part quelques variations locales qu'explique l'éloignement des deux contrées, le terrain permien de l'Hérault et de l'Aveyron a été déposé sous l'influence d'actions à peu près identiques. Nous avons déjà dit que toute la masse inférieure aux ardoises était pénétrée de sulfate de baryte ; particularité qui rappelle les dolomies de Rodez, dans lesquelles ce sulfate abonde pareillement.

Le terrain permien au-dessus de la *Tuilère* se continue dans la montagne qui est en face, et les couches qui sont d'abord inclinées vers Lodève deviennent horizontales au sommet de la montagne des *Yeuses*, puis, elles s'abaissent en sens opposé vers le mas Arnaud, commune du Bosc, où elles sont recouvertes en concordance de stratification par le grès bigarré.

La faille de l'Ergue a eu pour résultat d'exhausser considérablement la chaîne de montagnes qui se dresse à l'est de Lodève, et par conséquent de porter le terrain permien, ainsi que les grès bigarrés sur la rive gauche de l'Ergue à un niveau bien plus élevé que celui que ces formations atteignent sur la rive droite de cette rivière où prédominent les grès bigarrés et où le terrain permien est réduit au simple lambeau qui représente les argiles supérieures M.

Quand de la *Tuilère* on se dirige par les vignes vers le village de Soumont, on voit la formation permienne recouvrir en concordance de stratification un grès plus solide, très micacifère,

alternant avec des argiles friables, et dans lequel on rencontre de nombreuses impressions de tiges appartenant à des *Sigillaria* et à des *Calamites*. Ce grès, inférieur aux conglomérats permien, est une dépendance du terrain houiller, et occupe par conséquent la même position que celle que nous avons signalée vers Albov.

MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy avaient très bien distingué ce grès houiller du grès de transition qu'on observe près de Soumont. On ne sera pas fâché de connaître l'opinion de ces deux savants sur cette question. Voici en quels termes ils s'expriment : « Le grès bigarré de Lodève offre une circonstance intéressante et dont nous ne connaissons pas un second exemple : c'est la présence de couches schisteuses d'un grès bleuâtre terne, renfermant beaucoup d'impressions végétales. Les couches exploitées pour ardoises paraissent, au premier abord, par leur couleur, distinctes du grès bigarré, et on pourrait les confondre, soit avec le terrain houiller, soit avec le terrain de transition ; mais on reconnaît bientôt qu'il existe une grande différence entre les roches de ces terrains que nous comparons. Le schiste argileux de transition, qui ressort de tout côté dans les environs de Lodève, est bleuâtre, luisant et satiné. Ses couches, fortement tourmentées, sont verticales, tandis que celles du schiste sont presque horizontales. Cette roche est, en outre, associée avec un grès quartzeux tout à fait étranger au terrain de transition (1). »

On voit seulement que ces deux auteurs auxquels la présence des dolomies a échappé, frappés de la concordance qui existe entre les schistes ardoisiers et les grès bigarrés, ont réuni les deux terrains en un seul, tout en reconnaissant aux premiers un faciès et une composition exceptionnels. Nos coupes d'Albov et celle que nous donnons de la montagne des *Yeuses* ne peuvent guère laisser de doutes, à notre avis, sur l'existence en France d'un représentant du terrain permien, sinon aussi étendu, du moins aussi nettement caractérisé qu'en Allemagne. Mais, dans ce cas-ci, la paléontologie étant d'accord avec la stratigraphie pour légitimer et corroborer nos conclusions, on ne trouvera pas déplacée, nous l'espérons, l'énumération des végétaux fossiles, déterminés et reconnus par M. Ad. Brongniart.

FOUGÈRES.

Neuropteris Dufrenoyi (Brong.).

Sphenopteris artemisiæfolia (id.).

— *tridactylitis* (id.).

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. II, p. 444.

- Sphenopteris platyrachys* (id.).
Alethopteris Christolii (id.).
Callipteris heteromorpha (id.).
 — *Carronii* (id.).
Pecopteris humitelloides (id.).
 — *oreopteridius* (id.).
 — *plumosa* (id.).
 — *abbreviata* (id.).
 — *dentata* (id.).
 — *Lodvensis* (id.).

ASTÉROPHYLLITÉES.

- Annularia floribunda* (Sternb.).

CONIFÈRES.

- Walachia Schlotheimii* (Brong.).
 — *piniformis* (Sternb.).
 — *Sternbergii* (Brong.).
 — *Eutassæformis* (id.).
 — *hypnoides* (id.) (1).

Ces plantes sont entièrement étrangères au terrain de transition ainsi qu'à celui des grès bigarrés. Il n'en est pas de même pour le terrain houiller : une grande partie de la flore de Lodève est analogue à celle de ce terrain. Cependant elle contient quelques plantes plus modernes, et que M. Brongniart compare à celles du schiste bitumineux de Mansfeldt. Telles sont les conclusions du savant auteur de l'*Histoire des végétaux fossiles*.

Qu'il nous soit permis, en terminant ce travail, d'invoquer en faveur de notre opinion, le témoignage précieux que nous trouvons dans un mémoire de M. Fournet sur les terrains anciens et secondaires du Languedoc, où ce géologue constate, dans les environs de Nefiez, l'existence de la formation permienne, en s'appuyant sur les données fournies par les empreintes végétales, par les restes organiques ainsi que par la découverte de coprolites bitumineux, contenant en même temps de la pyrite cuivreuse, de la galène et du sulfure de fer. L'ensemble de la formation est essentiellement dolomitique. Les fossiles qu'il y cite sont les suivants :

- Necropteris Dufrenoyi*.
Callipteris Wangerheimii.

(1) *Tableau des genres des végétaux fossiles*. — Extrait du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, p. 400. — *Explication de la carte géologique de la France*, t. II, p. 443.

Tæniopteris vittata.
 — *antiquior*.
Walchia Schlotheimii.
 — *Eckardii*.
 — *piniformis*.
Asterophyllites.
 Empreintes de poissons.
 Tête de petit Saurien.
 Coprolites (1).

On y remarquera, outre la flore de Lodève, la *Callipteris Wangerheimii* et la *Tæniopteris Eckardii*, dont l'une est spéciale au terrain permien de Russie et l'autre à celui de la Thuringe.

Bien que la communication de M. Fournet se borne à un simple énoncé et ne fournisse aucun détail de composition, elle suffit cependant pour démontrer qu'il existe à Neffiez, entre la formation houillère et la formation triasique, un terrain non encore décrit et qui, avant les travaux de M. Fournet, n'était pas reconnu officiellement.

Besançon, 28 décembre 1854.

Note. — Ce travail était déjà rédigé et envoyé à Paris, lorsque, dans la séance de la Société d'émulation du Doubs du 26 décembre 1854, M. Pidancet a donné les conclusions d'un mémoire qu'il a composé sur le terrain d'arkose de la Forêt de la Serre (Jura), de la Bourgogne et du Charolais. Ce géologue distingue nettement au-dessus des formations houillères et granitiques deux étages de grès, dont l'un, le plus inférieur, représente le terrain permien, et le second, décrit sous le nom d'arkose, représente le grès bigarré. Le terrain permien, dont il a rapporté de superbes échantillons de *Walchia Schlotheimii* et *hypnoides*, recueillis par lui dans la forêt de la Serre et dans le département de Saône et-Loire, se montre constamment discordant avec les arkoses, tandis que celles-ci sont concordantes avec le muschelkalk et les marnes irisées. Ce fait, suivant M. Pidancet, est général et doit faire disparaître les divergences d'opinions qui ont été mises en avant sur la position et l'âge des arkoses; surtout il va droit contre les raisonnements de ceux qui, introduisant ces roches dans le grès bigarré, les plaçaient néanmoins en discordance avec les autres termes de la formation triasique.

Cette communication importante, et qui a l'avantage de s'appuyer

(1) *Bulletin de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. VIII, p. 53.

sur des faits bien constatés de position et des arguments paléontologiques irrécusables, démontre que le terrain permien dont l'existence en France était à peine soupçonnée, il y a quelques années, y occupe une large place dans la série des formations stratifiées, et qu'il présente une flore identique sur des points fort éloignés les uns des autres. Si, relativement au terrain permien et aux arkoses de la Bourgogne et du Charolais, il est juste de reconnaître avec M. Pidancet que la plupart des géologues qui s'en sont occupés sont tombés dans des confusions assez grandes, il est juste aussi d'excepter de ce nombre les auteurs de la *Carte géologique de la France*, ainsi que MM. Burat et Rozet. Ce dernier observateur, dans son mémoire intitulé : *Sur les montagnes qui séparent le Rhône et la Saône de la Loire* (*Mém. de la Soc. géol.*, 1^{re} sér., t. IV, p. 104 et suivantes), a franchement séparé sous le nom de *grès rouge* ou de *rothes todtliegende* le terrain permien de M. Pidancet du terrain d'arkose qui lui est supérieur, qu'il place à la base du trias, et dont il constate l'alternance avec les premières couches des marnes irisées (p. 107). MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy à leur tour ont explicitement reconnu la présence du terrain permien dans les mêmes contrées, en se fondant sur des caractères de composition minéralogique, ainsi que sur des indices de soulèvement signalés par M. Burat, et que ce géologue rattache au *système du Rhin*. Au surplus, voici en quels termes s'exprime le texte : « C'est probablement cette circonstance qui a conduit plusieurs géologues, et notamment M. Rozet, à faire deux divisions dans ce terrain arénacé, l'une sous le nom de *grès rouge*, l'autre sous celui de *grès bigarré*. L'observation de M. Burat donne du poids à l'opinion de M. Rozet, en montrant qu'il existe une différence de stratification entre le grès qui recouvre le terrain houiller d'Autun et les marnes irisées. Toutefois, le passage que l'on observe entre les différents grès colorés en rouge des environs d'Autun et du Creuzot ne nous a pas permis d'en distinguer les époques dans la Carte géologique. Comme le grès bigarré est de beaucoup le plus abondant, et qu'il présente dans son passage aux marnes irisées un indice non équivoque de son âge géologique, nous avons colorié le tout sous le nom de *trias*. » (*Explication de la Carte géologique de la France*, t. II, p. 102.)

Il était difficile, comme on le voit par cette citation, d'établir la distinction du grès *permien* d'avec les *grès bigarrés*, avec plus de clarté et de sage réserve que ne l'ont fait MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy. Or, c'est justement dans les grès rouges que le soulèvement du système du Rhin a séparés des arkoses, que M. Pidancet

a découvert les *Walchia Schlotheimii* et *hypnoides* : c'est aussi dans leurs équivalents que nous avons signalé et recueilli les mêmes plantes, dans les départements de l'Aveyron et de l'Hérault. Il ne peut donc, à notre avis, subsister le moindre doute sur l'âge permien de ces divers dépôts, dont celui des environs d'Albois, au point de vue minéralogique, offre le développement le plus complet, et peut être choisi comme le type classique.

Séance du 22 janvier 1855.

PRÉSIDENTE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

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

BONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Victor Thiollière, *Sur les travaux de la Réunion extraordinaire de la Société géologique, à Valence, en septembre 1854* (communication faite à la Soc. I. d'agricult. et d'hist. nat. de Lyon, séance du 9 novembre 1854), in-8, 9 p. Lyon, 1854, chez Barret.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1854, 1^{er} sem., t. XXXVIII, tables; — 1855, 1^{er} sem., t. XL, n° 3.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. II, 1854, 1^{re} part., *Bulletin des séances*, f. 14-19.

L'Institut, 1855, n° 1098.

The quarterly journal of the geological Society of London, vol. X, part 4, novembre 1854, n° 40.

The Athenæum, 1855, n° 1421.

Revista minera, 1855, n° 112.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefactenkunde, de MM. de Leonhard et Bronn, 1854, 6^e cahier.

Natuurkundig Tijdschrift, etc. (Bulletin des sciences naturelles pour l'Inde Néerlandaise), t. VI, nouv. sér.; t. III, 5^e et 6^e livraisons, in-8. Batavia, 1854, chez Lange et C^{ie}.

M. Élie de Beaumont présente ses remerciements à la Société pour l'honneur qu'elle lui a fait en l'appelant à la présidence.

Le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray :

Notes sur les bancs pourris des carrières, par M. Th. Ébray, ingénieur civil.

1^o *Considérations générales.*

Tout ingénieur qui s'assure par lui-même de la bonne qualité des matériaux peut observer quelquefois les bancs épais, mais généralement assez minces, contenant une grande quantité de fossiles qui rendent la pierre tout à fait impropre aux constructions.

Les bancs inférieurs et supérieurs à ces couches extraordinaires, toujours plus épais, ne contiennent presque pas de traces d'êtres organisés, et, lorsqu'ils en contiennent, ce ne sont que des fossiles appartenant aux mers profondes.

L'existence de ces bancs pourris (terme assez bien choisi par les ouvriers des carrières) dénote certainement une crise géologique; j'examinerai quelles sont les causes qui ont pu produire un changement si subit dans la nature des dépôts marins.

L'étude de ces causes se rattache à des considérations géologiques importantes; je tâcherai donc, après avoir mis beaucoup de soins dans l'étude des phénomènes, de traiter la question le plus sérieusement possible.

Je vais rechercher d'abord quelles sont les lois suivant lesquelles varie tout ce qui a été créé.

Tout corps organisé ou non organisé, vivant de la vie simple, comme le métal qui augmente de volume dans une dissolution de même substance, ou vivant d'une vie composée, comme les animaux et les végétaux, est soumis à deux forces opposées, l'une, que je puis appeler force vitale, qui tend à conserver ce qui existe, l'autre, que l'on peut nommer force morbide, qui tend à détruire.

Ces deux forces n'existent pas seulement dans chaque individu, mais elles se remarquent aussi dans la loi de croissance des familles, des genres et des espèces: tout phénomène dans la nature est un effet de ce grand combat.

Mais quel est le mode de variation de ces forces? Je ne dirai que ce qui est nécessaire à l'étude du cas spécial qui nous occupe, c'est-à-dire l'explication des bancs pourris.

Les causes de destruction sont ou bien subites et accidentelles, ou bien elles sont lentes et naturelles.

Elles sont subites, lorsqu'un accident extérieur ou intérieur, non en harmonie avec ce qui existe, vient anéantir l'individu; elles sont naturelles, lorsque aucun accident ne vient troubler le combat des deux forces dont je viens de parler.

Les causes subites, en paléontologie, peuvent être dues :

1° A un changement brusque de température qui met les familles, les genres et les espèces dans des conditions pour lesquelles ils n'ont pas été créés;

2° A une surélévation ou à un abaissement du niveau des eaux ;

3° Aux grands courants géologiques.

Les causes naturelles varient :

1° Suivant la vitalité donnée aux familles, aux genres et aux espèces ;

2° Suivant les transformations plus ou moins lentes du milieu pour lequel les êtres ont été primitivement créés.

Les causes de destruction ou de conservation naturelles sont celles qui font persister les espèces d'un étage à l'autre ; les causes de destruction subite sont celles qui anéantissent les faunes presque tout entières ;

La première contribue à confondre les étages ; la seconde tend à les séparer nettement.

2° Description des couches pourries du terrain jurassique.

L'oolite inférieure ou l'étage bajocien contient plusieurs couches spécialement chargées de fossiles ; à la base, dans le département des Deux-Sèvres, se trouve une couche à oolites ferrugineuses, pétrie de fossiles, entre autres, l'*Ammonites Murchisoni* ; au-dessus se trouvent des dépôts inorganiques peu puissants, surmontés eux-mêmes d'une seconde couche fossilifère, mais ne contenant presque plus d'*Ammonites Murchisoni*. Les espèces dominantes sont : l'*Ammonites discus*, *niortensis*, *Humphriesianus*, *Parkinsoni*. Au-dessus de cette couche se présentent des dépôts puissants ne contenant que de rares fossiles, appartenant aux mers profondes, et qui se retrouvent jusqu'aux premières couches de la grande oolite.

La grande oolite contient une couche pourrie, pétrie de fossiles, principalement l'*Ammonites arbustigerus*, *sub-Backerice* (*Parkinsoni* ?), *polymorphus* ; une espèce très grande de Térébratule, ressemblant un peu à la *Terebratula spheroidalis* de l'étage bajo-

cien, mais qui paraît cependant constituer une nouvelle espèce par l'absence de plis concentriques à la région palléale, par une commissure plus droite, enfin par un crochet moins saillant. Je l'ai nommée *Terebratula rotunda* dans la collection que j'ai envoyée à la Société des ingénieurs civils.

On y rencontre aussi une nouvelle espèce d'Ammonite, dont je donnerai la description, lorsque je publierai la carte géologique du département de la Vienne, et à laquelle j'ai donné le nom de *Ammonites semistriatus*.

Enfin on y trouve une espèce de Nautilé, qui n'est décrite nulle part. Elle est contenue dans tout l'étage de la grande oolite; on pourra lui donner le nom de *Nautilus bathoniensis*; ce fossile est assez commun dans l'étage.

On rencontre dans cette couche des fossiles de tout âge: sur 10 individus, il y en a 5 jeunes, 4 adultes et 1 vieux.

L'*Ammonites bullatus* y est assez rare; je possède deux échantillons provenant de ce dépôt.

Les espèces non rencontrées sont: l'*Ammonites macrocephalus*, *microstoma*, *Herveyi*, *herticus*.

Le banc pourri diffère aussi des autres par sa composition minéralogique; le grain des bancs supérieurs est fin, régulier; la pierre se casse et se délite en ligne droite; tandis que la pierre du banc pourri exhale une odeur fétide; au lieu d'être blanche, elle est verdâtre; sa texture fibreuse dénote qu'elle a été soumise à une forte pression; elle se délite irrégulièrement, et les fossiles qu'elle contient sont généralement comprimés et déformés.

Le banc pourri de la grande oolite a 0^m,300 à 0^m,35 d'épaisseur; les bancs voisins, inférieurs et supérieurs, ont 1^m,50 à 2 mètres.

Au-dessus de ces bancs puissants se trouvent les derniers dépôts côtiers des mers bathoniennes; ils contiennent les *Ammonites bullatus*, *microstoma*, *Buckeriæ*, *Herveyi*, etc., etc.

Les fossiles sont assez régulièrement répandus dans cette portion de l'étage qui a abandonné tous les caractères de compression et de surélévation prompte du niveau des eaux. Le callovien ne contient pas de bancs pourris; la partie supérieure de cet étage paraît contenir plus de fossiles, comme sur tout le littoral anglo-parisien, de Poitiers à Pas-de-Jeu.

L'étage oxfordien a son banc pourri que l'on peut suivre aux environs de Poitiers, et offre le même caractère que celui du bathonien; tous les fossiles, excepté le *Nautilus hexagonus* et un petit nombre d'autres, sont spéciaux à l'étage oxfordien.

3^o *Recherche de la cause des bancs pourris.*

Tous les céphalopodes morts sans avoir eu leur coquille percée sont jetés à la côte par suite des loges aériennes qui ne peuvent se vider.

Les côtes, comme tout le monde peut le savoir, doivent donc être les lieux de rassemblement de ces animaux, et, lorsque la mort a été naturelle, on trouve dans les dépôts ces grandes Ammonites mortes à leur plus grande période d'accroissement, comme aux environs de Poitiers, dans les trauchées du chemin de fer de la Rochelle et autres lieux.

Lorsque la mort a été violente, lorsqu'une cause anormale est venue anéantir les êtres grands et petits que contenaient les mers, les céphalopodes sont venus aussi se déposer sur la côte, mais, au lieu d'y rencontrer de grands individus, on en trouve beaucoup de jeunes, beaucoup d'adultes et peu de vieux.

Cette observation pouvant se faire dans tous les lieux où il y a des couches pourries, car, sur 10 individus, il y en a 5 jeunes, 4 adultes et 1 vieux, on peut conclure :

1^o Que le dépôt s'est fait sur une côte;

2^o Qu'il y a eu destruction violente des êtres qui vivaient dans la mer.

Ces deux circonstances ont nécessairement dû précéder celles dont je vais m'occuper.

Quand on parcourt une côte et que l'on compare les sédiments de ces côtes avec ceux qui sont déposés à une certaine profondeur, on remarque tout de suite une grande différence minéralogique; ceux-ci sont fins, compactes et réguliers, ceux-là contiennent des silex ou portions de roches roulés, sont irréguliers et peu puissants.

On est alors conduit à conclure que les bancs pourris, surmontés de bancs puissants, à grains fins et sans fossiles, ont été submergés; qu'il y a eu surélévation du niveau des mers ou affaissement; que des sédiments puissants sont venus enterrer les fossiles assez empâtés dans les dépôts pour que le mouvement des eaux n'ait pas pu les elever.

Si maintenant on examine la nature de la roche et les fossiles qui s'y trouvent, on remarque des preuves évidentes de compression; ces preuves résultent de la nature fibreuse de la roche et de la déformation des fossiles; mais, pour que cette compression ait pu se faire à un si haut degré, il faut que :

1° Les sédiments supérieurs se soient déposés rapidement; ou que

2° Les sédiments de la couche pourrie n'aient pas encore été solidifiés à l'époque des dépôts supérieurs.

Les bancs puissants, dépourvus de fossiles, se trouvent surmontés de couches assez minces contenant beaucoup d'*Ammonites bullatus*, *microstoma*, *Herveyi*, *sub-Backeria*, sans cependant offrir les caractères des bancs pourris, on peut supposer avec certitude :

1° Que pendant la durée de l'étage de la grande oolite les eaux se sont encore une fois abaissées, ou que le sol s'est exhaussé ;

2° Que ces derniers dépôts n'ont pas été soumis aux phénomènes de destruction subite et de compression.

Si, enfin, je recherche l'extension géographique des faits dont il vient d'être question, on remarque que le phénomène des bancs pourris n'est visible que dans le bassin pyrénéen pour la grande oolite et l'oolite inférieure ; que celui de la grande oolite commence à se voir très distinctement à Coulonges (Deux-Sèvres), pour se continuer sans interruption par Niort, à la Brèche et à la Motte-Saint-Heray, occupant en longueur au moins un espace de 140 kilomètres.

4° *Considérations paléontologiques sur la distribution des espèces dans les bancs pourris.*

Lorsqu'on examine la distribution géologique des fossiles dans un même étage, on remarque que certains fossiles sont spéciaux à certaines couches; mais il n'en résulte pas que cette loi soit générale, car l'ordre paraît se trouver souvent interverti dans des contrées éloignées les unes des autres; cependant il reste beaucoup encore à rechercher avant d'être arrivé à la connaissance entière de la vérité.

Sans donner à la distribution sommaire dont je viens de m'occuper un caractère général, il est certain qu'elle existe rigoureusement dans une grande partie du bassin pyrénéen.

Peu d'espèces ont passé du lias supérieur à l'étage bajocien.

Le banc le plus inférieur du bajocien est caractérisé par les *Ammonites Murchisonæ*, *Sauzei*, *Sowerbyi*; ces espèces paraissent avoir été à peu près anéanties par les événements qui ont produit le premier banc pourri.

Le deuxième banc pourri de l'étage bajocien ne contient plus les fossiles mentionnés ci-dessus; les mers ont jeté à la côte des espèces nouvelles, telles que les *Ammonites niortensis*, *Blagdeni*,

Humphriesianus, que l'on ne retrouve plus dans les bancs supérieurs.

Les *Ammonites Parkinsoni*, *polymorphus*, *discus*, paraissent cependant avoir résisté, car on les retrouve dans le premier banc pourri de la grande oolite, qui contient en abondance l'*Ammonites arbustigerus*; l'*Ammonites sub-Bakeriæ* et *bullatus* y sont rares; ce banc voit disparaître pour toujours les *Ammonites polymorphus*, *arbustigerus*, *interruptus*, et beaucoup d'autres fossiles moins communs; mais les *Ammonites bullatus*, *sub-Bakeriæ*, *sub-discus*, les *Nautilus biangulatus*, *bathoniensis*, survivent à la catastrophe et se retrouvent à leur maximum de développement dans les derniers dépôts côtiers de l'étage bathonien.

Le dernier dépôt voit s'anéantir les *Ammonites bullatus*, *sub-Bakeriæ*, tandis que les *Ammonites macrocephalus*, *hecticus*, survivent et se retrouvent dans l'étage supérieur.

On voit donc, en résumé, que l'étude des bancs pourris peut être très féconde en résultats paléontologiques;

Que les étages ne sont pas tranchés d'une manière absolue;

Que l'étude des fossiles peut servir à déterminer non-seulement l'étage, mais aussi, dans un cercle restreint, les parties d'un même étage;

Que certains fossiles survivent aux catastrophes, et leur utilité, quoique toujours importante, se trouve amoindrie;

Que d'autres sont caractéristiques et par cela même plus importants;

Qu'enfin, et je me suis peu étendu dans cette Note sur cette vérité incontestable, et qui tôt ou tard sera reconnue par tout géologue pratique, les caractères minéralogiques ne sont d'aucune valeur et ne peuvent que tromper celui qui cherche à s'en servir.

M. Barrande fait la communication suivante :

Sur Ascoceras, prototype des Nautilides, par M. J. Barrande.

Breyn ayant nettement établi, en 1732, que les coquilles polythalamées ont une même structure interne et ne diffèrent entre elles que par leur figure externe; Linné ayant aussi reconnu vers le milieu du même siècle, que l'Orthocère est un Nautilite droit, il a été admis implicitement depuis lors, par divers paléontologues, que les genres des Nautilides peuvent être dérivés de la forme la plus simple, *Orthoceras*, par une modification, soit de la courbure, soit de l'ouverture de la coquille.

En partant de cette idée, si nous considérons la structure interne des Nautilides comme offrant trois éléments constituants, savoir : une grande chambre d'habitation, des cloisons à bords simples, rarement lobés, et un siphon de forme, de dimensions et de position quelconques ; si de plus nous faisons abstraction du recouvrement des tours de spire, dans les coquilles enroulées, nous pourrions aisément nous figurer la série idéale de tous les genres de cette famille. Il est bien entendu que ce n'est pas ici le lieu de discuter l'indépendance de ces genres, ni leurs limites respectives. Dans une publication antérieure, nous avons montré que ces limites ne pouvaient pas être très rigoureusement tracées. (*J. conch. und Bronn Jahrb.*, 1854.)

1. *Orthoceras* sert de point de départ, parce que sa forme est la plus simple de toutes, et offre le moins de difficulté d'exécution, le moins de main-d'œuvre, s'il est permis de s'exprimer ainsi, au point de vue humain. On peut définir cette coquille, sous le rapport de son apparence extérieure, comme un cône droit, à base quelconque (circulaire, elliptique, triangulaire, etc., etc.). Cette définition, comprise dans sa rigueur mathématique, établit implicitement que l'ouverture de la coquille présente une figure semblable à celle d'une section transverse quelconque, faite perpendiculairement à l'axe du cône (Pl. V, fig. 1-2).

2. Cela posé, si l'on transforme l'axe rectiligne de l'*Orthocère* en un arc plus ou moins prononcé, sans autre changement dans les formes définies, on obtiendra le *Cyrtoceras* : Goldf. (fig. 3).

3. Sans altérer l'axe rectiligne de l'*Orthoceras*, si l'on contracte son ouverture par le développement des deux bords latéraux, de manière à indiquer clairement par deux orifices inégaux et plus ou moins distincts, d'un côté, la position isolée de la tête et des bras de l'animal, et, de l'autre côté, la place du tube locomoteur, ou entonnoir, on produira la forme nommée *Gomphoceras* par Sowerby (fig. 4).

4. Par un procédé semblable, appliqué à l'ouverture de *Cyrtoceras*, on obtiendra *Phragmoceras*, Broderip. Dans ces deux genres, si fortement apparentés, la coquille ne se courbe jamais assez pour former un tour complet de spire (fig. 5).

Si l'on enroule en spirale plane, à tours plus ou moins serrés, la partie inférieure et mince d'un *Orthoceras*, en laissant le gros bout à peu près en ligne droite, on produira *Lituites*, Breyn, dont la crosse plus ou moins réduite offre toujours une direction tangente à celle du dernier tour de spire. Les espèces de Bohême, à courte crosse, ont une ouverture contractée comme celle des

Phragmoceras, mais nous ignorons s'il en est de même dans les espèces de la Russie et de la Scandinavie (fig. 6).

6. Si l'on conçoit *Lituites* avec sa crosse également courbée en spirale, mais sans que les tours de spire se touchent les uns les autres, on aura *Gyroceras* de Koninck (fig. 7).

7. Qu'on se figure maintenant les tours de spire de *Gyroceras* serrés, et exactement appliqués l'un sur l'autre, on obtiendra *Nautilus*, Breyn, c'est-à-dire la forme qui, considérée comme la plus parfaite de la famille, lui a donné son nom (fig. 8).

8. Jusqu'ici, toutes les modifications faites à l'Orthocère n'ont introduit qu'une courbure plane, c'est-à-dire que l'axe, plus ou moins courbé ou enroulé, est toujours resté dans un même plan.

Supposons maintenant que l'on prenne le sommet de la coquille des *Gyroceras*, *Nautilus*, *Lituites*, *Cyrtoceras*, *Phragmoceras*, pour l'élever au-dessus du plan d'enroulement, on obtiendra, pour chacune de ces formes à courbe plane, une nouvelle forme à double courbure, qui sera une hélice conique, plus ou moins prononcée, suivant la hauteur à laquelle on portera le sommet (fig. 9-10).

Nous comprenons provisoirement sous le nom de *Trochoceras* l'ensemble de toutes ces formes plus ou moins turriculées, et récemment découvertes parmi les *Nautilides*, tandis qu'elles sont connues depuis longtemps parmi les *Ammonides*.

Il resterait à discuter si elles devraient être classées en plusieurs genres, suivant le degré de contiguïté des tours, d'après lequel M. Alc. d'Orbigny a distingué parmi les *Ammonides* des *Turrilites*, *Heteroceras*, *Helicoceras*.

Voilà à peu près toute la série des formes principales qui constituent la famille des *Nautilides*, telle que nous la concevons. Si l'on voulait y comprendre les genres *Clymenia* et *Goniatites*, comme le font certains savants, il serait aisé de leur assigner une place auprès des *Nautilus*, dont ils ne diffèrent l'un et l'autre que par la position constante de leur siphon, savoir, au bord concave pour *Clymenia*, au bord convexe pour *Goniatites*. C'est précisément à cause de cette situation invariable du siphon, que nous excluons ces deux types de la famille des *Nautilides*, dans laquelle cet élément nous paraît être essentiellement variable de forme et de position, comme nous le dirons ailleurs.

Après avoir indiqué comment tous les principaux genres des *Nautilides* peuvent être idéalement dérivés du type le plus simple, *Orthoceras*, il nous reste à classer dans cette série une nouvelle

forme générique que nous nommons *Ascoceras*, et que nous n'avons introduite dans la science que depuis peu d'années (1846). (Fig. 16 à 28.)

Le nom *Ascoceras* fait allusion à la forme d'un sac, sous laquelle se présente ce singulier fossile. En effet, quand on le rencontre avec son test, il est impossible de reconnaître autre chose qu'une apparence de sac, plus ou moins allongé, ouvert à l'extrémité supérieure et fermé à l'extrémité inférieure. Dans cet état, *Ascoceras* offre bien quelque analogie avec la grande chambre d'un *Orthoceras*, isolée du reste de la coquille; mais cette fausse similitude s'évanouit rapidement, lorsque l'œil de l'observateur suit le test qui recouvre sans discontinuité le bout fermé du fossile.

La structure interne d'*Ascoceras* ne se révèle que lorsqu'on peut enlever le test. Alors, le moule montre que la coquille est composée, comme celle de tout Céphalopode tétrabranche, d'une chambre d'habitation et d'une série de loges à air; mais ces deux parties ne semblent pas disposées, comme à l'ordinaire, l'une à la suite de l'autre. La grande chambre, bien définie par une paroi continue, s'étend sur toute la longueur de la coquille, et elle présente sur l'un des côtés une forte échancrure, dans laquelle est placée la partie cloisonnée. Les loges à air embrassent la chambre d'habitation, sur environ la moitié de son contour. Les cloisons qui séparent les loges aériennes se soudent sur la paroi contiguë de la grande chambre, du côté interne, et sur le test de la coquille sur le reste de leur pourtour. Il n'existe aucune communication entre les loges à air, ni entre celles-ci et la grande chambre. Seulement, cette dernière porte à son extrémité inférieure une petite ouverture, qui paraît pénétrer dans le prolongement aplati de la loge aérienne la plus basse, recouvrant ce bout de la coquille.

D'après la conformation de ces divers éléments, il est clair que la première cloison qui a été construite est celle de l'extrémité inférieure du fossile. Par conséquent, la cloison la plus récente est la plus rapprochée de l'ouverture. Ce fait est confirmé par une circonstance analogue à celle qu'on observe dans tous les Nautilides, savoir : que les dernières loges à air, vers le haut, sont ordinairement moins élevées que les précédentes.

Ces dispositions, que nous n'avons bien constatées qu'avec beaucoup de temps et de peine, ont offert pendant longtemps un problème insoluble à notre faible capacité zoologique.

En cherchant les rapports entre *Ascoceras* et les autres genres connus, nous sommes arrêté par cette considération, que toute coquille, soit parmi les Nautilides, soit parmi les Ammonides,

quelle que soit sa forme et son mode d'enroulement, peut toujours être idéalement développée, sans aucun déchirement, en un cône droit, recouvert de son test dans toute l'étendue de sa surface. Le genre *Ptychoceras*, des Aminonides, n'échappe point à cette règle, malgré certaine affinité qu'il présente avec le type qui nous occupe. Or, si l'on veut développer ainsi *Ascoceras*, on voit que le test extérieur manque sur toute la surface entre la grande chambre et les loges à air.

D'après ce fait, il est clair qu'on ne saurait intercaler *Ascoceras* dans la série des formes génériques, dont nous venons d'indiquer la dérivation idéale, en prenant pour type *Orthoceras*. Il faut donc lui chercher une place, soit en avant, soit en arrière de cette série, qui marche du simple au composé.

Or, *Ascoceras* offre une apparence si simple, et, pour ainsi dire, si incomplète, par rapport aux *Gyroceras*, *Nautilus* et *Trochoceras*, représentant l'extrémité la plus élevée de la série des Nautilides, qu'on ne peut le placer convenablement au-dessus de ces genres.

Reste donc à concevoir comment *Ascoceras* viendrait se mettre en tête et au point le plus bas de toute la série, en enlevant à *Orthoceras* le privilège, dont il a joui jusqu'à ce jour, d'être considéré comme le type primitif, c'est-à-dire le plus simple de la famille. Dans ce but, nous nous proposons de développer les propositions suivantes :

I. La coquille d'un *Ascoceras* est plus simple que celle d'un *Orthoceras*.

II. Malgré cette extrême simplicité, la coquille d'un *Ascoceras* présente tous les éléments constituants qui caractérisent l'enveloppe testacée d'un Nautilide quelconque, et notamment le siphon.

III. Les éléments reconnus comme analogues par leur forme et leur position, dans les coquilles des *Ascoceras* et des *Orthoceras*, remplissaient les mêmes fonctions.

IV. Il existait une grande analogie de forme entre l'animal des *Ascoceras* et celui des *Orthoceras*.

Reprenons successivement chacune de ces assertions.

§ I^{er}. — La coquille d'ASCOCERAS est plus simple que celle d'ORTHOCEBAS.

L'évidence pourrait être invoquée à l'appui de cette proposition; cependant nous pensons que les considérations qui suivent ne seront pas inutiles pour faire bien apprécier la nature d'un *Ascoceras*.

En remontant à l'origine, figurons-nous un Céphalopode tétra-branche complètement nu, c'est-à-dire dépourvu de toute coquille externe. Cette créature idéale est fort admissible par analogie, puisque les dibranchez (Acétabulifères) sont aujourd'hui représentés par des genres nus, entièrement mous et sans aucune trace de la coquille interne qui caractérise ordinairement cet ordre. Nous citerons comme exemples les *Octopus*, *Eledone*, *Philonopsis*, etc.

Afin de ne pas franchir le cercle des réalités, représentons-nous le corps de ce tétra-branche nu, sous une apparence semblable à celle des *Élédones*, c'est-à-dire sous la forme d'un sac, dont la surface, régulièrement gonflée, n'est accidentée par aucun appendice, ni nageoire quelconque. Ce sac est surmonté de la tête, des bras et du tube locomoteur, visibles à l'extérieur.

Si nous enveloppons ce tétra-branche idéal d'un test solide, couvrant tout le corps, et laissant en dehors la tête avec ses appendices et l'entonnoir, nous aurons la forme de la coquille d'un *Ascoceras*.

Une semblable coquille, sans cloisons et sans siphon, est inconnue jusqu'ici parmi les tétra-branches vivants ou fossiles, mais on peut très bien concevoir son existence par analogie, car elle est représentée dans l'ordre des dibranchez, soit par la coquille externe, non cloisonnée de l'Argonaute, soit par l'osselet interne, à godet sans cloisons des *Omnastrephes*. Ce serait la forme la plus simple qu'on pût imaginer, pour une coquille externe de Céphalopode tétra-branche.

Pour convertir cette enveloppe idéale en coquille d'*Ascoceras*, il suffit d'y introduire des cloisons.

Or, les cloisons des *Nautilides*, quoique extrêmement simples, en général, par rapport à celles des *Ammonides*, présentent cependant des degrés divers de simplicité. Ainsi, leur surface et leurs bords sont plus ou moins tourmentés et lobés dans *Gonioceras anceps*, *Nautilus Atari*, *N. bisiphites*, etc. On aurait pu croire que les cloisons d'un *Orthocère* offrent le maximum de simplicité possible, puisqu'elles consistent ordinairement en une calotte sphérique, percée par un siphon. Cependant, *Ascoceras* nous montre des cloisons plus simples encore, car elles sont réduites de moitié par rapport à celle des *Orthoceras*, ce qui facilite extrêmement leur exécution.

En effet, sans chercher à apprécier les efforts et le travail nécessaires à l'animal d'un *Orthoceras* pour s'élever dans sa coquille et pour construire successivement ses cloisons, il est clair qu'il est

plus aisé pour *Ascoceras* d'établir les siennes, car ce dernier n'a point à changer de position. Il lui suffit de contracter un côté de son corps, opération très facile à un mollusque, qui peut s'étendre par l'extrémité ouverte de sa coquille. C'est une opération semblable à celle qu'exécutaient les *Hipparites*, dont les cloisons montrent la trace de contractions partielles et successives, tantôt d'un côté du corps, tantôt du côté opposé. C'est ce que nous enseignent une très belle section d'une espèce que M. Bayle a eu la complaisance de nous montrer à l'École des mines.

La plupart des *Ascoceras* de Bohême présentent 3 ou 4 et jusqu'à 7 à 8 loges à air. Mais nous avons aussi plusieurs espèces qui paraissent n'avoir possédé qu'une seule loge aérienne, placée obliquement sur un pan coupé à leur extrémité, comme *A. Buchi*, dont nous aurons occasion de parler plus tard (fig. 16 à 19).

D'après ces considérations, on ne saurait méconnaître que les *Ascoceras* offrent une structure plus simple que celle des *Orthoceras*.

§ II. *La coquille d'ASCOCERAS possède tous les éléments constitutifs qui caractérisent la coquille des Nautilides, et notamment le siphon.*

Nous avons déjà reconnu dans *Ascoceras* la grande chambre d'habitation et les loges aériennes. Ainsi, le seul important élément dont nous n'ayons pas fait mention jusqu'ici est le siphon; cependant cet élément y existe, selon nous, tout aussi bien que dans les *Orthocères*.

Nous considérons comme représentant le siphon des *Ascoceras* toute la portion de la grande chambre qui s'étend à partir du niveau de la cloison la plus élevée, jusqu'à l'extrémité inférieure. Cette assertion peut paraître très hasardée, au premier abord, mais elle doit acquiescer tout le poids convenable, aux yeux du lecteur, s'il veut bien passer en revue, avec nous, quelques faits déjà connus de tous les paléontologues.

Il existe parmi les *Orthocères* un assez grand nombre de formes remarquables par le diamètre très considérable de leur siphon, ordinairement excentrique, et souvent en contact avec le bord de la coquille.

1° *Orthoceras duplex*, Walil (fig. 14-15), est une des espèces les plus communes de la Faune seconde en Russie et en Scandinavie. Son siphon, occupant à peu près la moitié du diamètre, est tellement près du bord, qu'il paraît contigu au test, dans la section longitu-

dinale des exemplaires, du moins dans la partie moyenne et inférieure vers la pointe. Cependant, on peut reconnaître, soit sur de semblables sections, soit sur les siphons isolés, que la cloison est représentée du côté externe du siphon par une trace rudimentaire. Cette espèce se rapproche des *Ascoceras*, par les proportions de son siphon, presque égales à celles de la grande chambre signalée dans ce nouveau type. Elle rappelle aussi la forme des *Ascoceras*, en ce que les loges aériennes ne font pas réellement le tour complet du siphon, du moins, dans la partie inférieure de la coquille, bien que les cloisons soient virtuellement étendues sur tout le contour cylindrique de ce tube. Le siphon paraît s'éloigner un peu plus du bord dans la partie supérieure.

O. duplex n'est donc au fond qu'un *Ascoceras* en progrès, et il ne s'écarte pas assez du prototype, pour qu'on ne puisse en reconnaître aisément le caractère idéal. Les différences résultant du progrès dans la structure, et de la forme allongée, ne dépassent pas la valeur de celles que nous sommes accoutumés à reconnaître entre les genres voisins, dans une même famille.

2° *O. commune*, Wahl (fig. 12-13), appartenant à la même faune et aux mêmes contrées du nord de l'Europe, présente une conformation analogue à celle de *O. duplex*, mais avec deux différences. Son siphon, relativement plus petit, n'occupe qu'un peu plus du tiers du diamètre correspondant de la coquille. Sous ce rapport, il tend donc à s'éloigner des *Ascoceras*, tandis qu'une autre particularité de sa structure montre plus clairement sa dérivation idéale, à partir de ce prototype. Cette particularité consiste en ce que le bord des cloisons, au lieu d'embrasser entièrement le contour du siphon, reste incomplet au droit du côté externe de ce tube, en formant un sinus ou lobe concave vers le haut. Ce lobe indique que les progrès de la cloison qui, dans cette évolution, s'étend de bas en haut, pour embrasser le siphon, ne sont pas aussi complets que dans *O. duplex*, dans lequel les bords opposés nous paraissent réunis et soudés au même niveau. En tenant compte de cette circonstance, qui peut bien compenser la diminution relative du siphon, on voit que la trace du type *Ascoceras* n'est pas moins reconnaissable dans *O. commune* que dans l'espèce précédente. Cette dérivation des formes devient très apparente, si l'on compare les figures de *O. commune* vu du côté du siphon, et de *Ascoceras bohemicum* vu du côté convexe ou ventral. En rapprochant par la pensée les bords opposés des cloisons dans ce dernier, on arrive aisément à reproduire la conformation du premier. Il est possible que le lobe au droit du siphon existe

aussi dans *O. duplex*, mais nous n'avons aucun spécimen qui nous permette de le bien constater.

Le lobe, ou sinus du bord des cloisons est si frappant dans *O. commune*, qu'il a été remarqué et figuré par Breyn, en 1732. (*Diss. Phys. de Polythal.*, pl. V, fig. 2.)

Il nous semble qu'on pourrait aussi rapporter à la même espèce le bel exemplaire que notre savant ami M. de Verneuil a figuré avec sa grande chambre intacte et quelques loges aériennes, sous le nom de *Orth. duplex*, jeune individu. (*Russ. et Our.*, II, 353, pl. XXV, fig. 2, *a. b.*) La figure montre très bien la trace du lobe dont nous parlons, mais, par suite d'un arrachement de la partie inférieure du bord des cloisons, leur contour paraît discontinu au droit du siphon. Cette interruption n'est que le résultat d'un accident, et nous ne l'invoquons point à l'appui de notre thèse.

3° *O. trochleare*, His., espèce suédoise, annulée, contemporaine des deux précédentes, a un siphon un peu moindre que celui de *O. commune*, mais aussi contigu au test de la coquille. Au droit de ce siphon, le bord des cloisons forme un lobe ou sinus arrondi, d'autant plus reconnaissable, que l'arête externe de ce bord est tracé par une légère rainure sur le moule, et correspond à la saillie de l'anneau. C'est ce que nous observons sur un exemplaire appartenant à notre ami M. de Verneuil. Un autre individu très beau, que M. Bayle nous a permis d'observer, dans la collection de l'École des mines, nous montre de la manière la plus prononcée, l'inflexion du bord des cloisons, au droit du siphon. Cet exemplaire a été rapporté de Suède, par Alex. Bronniart.

4° *O. vaginatum*, Schl., est une forme de Russie, peut-être identique avec *O. trochleare*, mais cependant distincte par les proportions toujours plus grandes du siphon, dont le diamètre est évalué à plus d'un tiers du diamètre correspondant, tandis que celui de l'espèce semblable de Suède ne paraît pas dépasser le quart (*Russ. et Our.*, II, 350).

Bien que nous n'ayons sous les yeux aucun morceau de cette espèce, montrant le lobe indiqué sur le bord des cloisons de *Orthoceras trochleare*, nous sommes porté à supposer qu'il présente la même disposition que ce dernier.

La faune seconde de l'Amérique septentrionale nous fournit un assez grand nombre d'espèces analogues à celles que nous venons de passer en revue, mais nous n'en citerons que quelques-unes.

5° *Cameroceras trentonense*, Conrad, a une section transverse

ovale, et très semblable à celle d'un *Ascoceras*. Son siphon, occupant environ la moitié du plus grand diamètre, est figuré par J. Hall comme ayant son bord externe confondu avec le test de la coquille, sur une partie très notable de son périmètre. Cependant ni les figures ni le texte ne nous permettent de reconnaître si le bord des cloisons, qui est à peu près horizontal, présente un lobe ou inflexion au droit du siphon (*Pal. of New-York*, I, 22, pl. LVI, fig. 4).

6° Dans *Endoceras approximatum*, Hall, le siphon marginal a une largeur égale au demi-diamètre de la coquille. Le bord des cloisons n'est pas indiqué dans son trajet sur le siphon (*Ibid.*, I, 219, pl. LIV, fig. 2, a, b).

7° *Endoceras gemelliparum*, Hall, est figuré avec un énorme siphon qui occupe plus des deux tiers du diamètre du fossile, et qui s'applique sur le bord de celui-ci. La trace des cloisons est incomplètement indiquée sur les figures (*Ibid.*, I, 60, pl. XIX).

8° *Endoceras magnoventrum*, Hall, est représenté par un spécimen, sur la section longitudinale duquel le siphon a 68 millimètres de largeur, tandis que le diamètre du fragment est de 108 millimètres, ce qui établirait un rapport de 0,63, c'est-à-dire de plus de $\frac{3}{5}$. Suivant la figure, le siphon n'est pas marginal, mais seulement excentrique. Cette apparence peut tenir uniquement à la direction de la section. J. Hall, dans la description, n'indique ni la position du siphon, ni même la forme de la section horizontale de cette espèce. Si un siphon de cette proportion n'était pas en contact avec le bord, ce serait une exception à la règle ordinaire, un nouveau progrès dans l'évolution de ces formes, et l'analogie avec *Ascoceras* ne subsisterait pas moins dans les dimensions de cet élément de la coquille (*Ibid.*, I, pl. LIII, fig. 1).

Voilà donc, dans la faune seconde des deux continents, un groupe nombreux d'Orthocères montrant un siphon qui, par son développement relatif, approche, égale, ou surpasse même les proportions de la partie que nous considérons comme représentant le siphon dans *Ascoceras*.

En second lieu, nous voyons que le siphon, dans ce même groupe d'Orthocères, n'est jamais central, mais toujours fortement excentrique, et presque constamment appliqué sur le bord de la coquille. Cette position correspond parfaitement à celle que l'organe supposé analogue occupe dans *Ascoceras*. La tendance du siphon de certains Orthocères à s'éloigner plus ou moins de cette

place initiale, ne serait que l'indice d'un progrès, dans l'évolution naturelle dont les diverses phases sont représentées par les coquilles si variées dans la famille des Nautilides.

Enfin, bien que dans tous les Orthocères nommés ci-dessus, le siphon soit complètement embrassé par les cloisons, nous avons constaté que, dans certaines formes, le bord de ces cloisons présente une forte inflexion ou lobe, comme pour rappeler par cette soudure incomplète que le siphon n'était pas entièrement entouré par les loges à air, dans la forme initiale de la coquille, c'est-à-dire dans *Ascoceras*.

De ces rapprochements et considérations, nous nous croyons en droit de tirer légitimement cette conclusion, que le large siphon latéral des Orthocères de la faune seconde, dits *vaginati* par Quenstedt, est représenté sous une forme plus simple et initiale, dans les *Ascoceras*, par la portion de leur grande chambre, qui s'étend à partir de la loge à air la plus élevée jusqu'au bout fermé.

Ainsi nous pouvons dire que la coquille des *Ascoceras* possède tous les éléments constituants qui caractérisent la coquille des Nautilides et nommément le siphon.

§ III. — *Les éléments reconnus analogues par leur forme et leur position, dans les ASCOCERAS et les ORTHOCERAS, remplissaient les mêmes fonctions.*

Cette assertion n'exige aucun développement, en ce qui concerne les loges à air, car il est évident que cet appareil, que l'on trouve invariablement dans la coquille de tous les tétrabranthes, et dans un assez grand nombre de dibranthes, ne pouvait avoir d'autre destination que celle de servir d'allége ou de flotteur, comme les vessies natatoires des poissons.

En ce qui touche le siphon, pour donner la même évidence à notre proposition, nous sommes obligé d'exposer quelques considérations plus étendues.

Dans *Ascoceras*, ce que nous regardons comme le siphon n'est réellement que la partie postérieure de la grande chambre d'habitation. Ainsi, nous admettons qu'une portion considérable du corps de l'animal ou du sac contenant les viscères est logée dans le siphon.

Pour démontrer que cet élément joue le même rôle dans les coquilles des deux genres comparés, il faut donc prouver que le siphon des Orthocères du groupe des *vaginati* renfermait une portion du sac viscéral de l'animal, et non pas seulement l'appen-

dicc creux ou cordon charnu qu'on voit aujourd'hui dans le siphon des *Nautilus*.

Mais comment distinguer la trace du sac ou manteau de l'Orthocère, d'avec celle du cordon charnu qui se prolonge dans le tube siphonal de la plupart des Nautilides? C'est ce que nous enseignent un coup d'œil jeté sur la coquille de *Nautilus Pompilius* (fig. 41).

On sait que le manteau des mollusques et ses appendices déposent des sécrétions calcaires qui varient à la fois par leur nature et leur aspect, suivant les diverses parties du corps. La partie épaisse du manteau, que l'on nomme appendice pédiforme, dépose sur les tours de spire antérieurs un pigment noir; le bord supérieur du manteau fournit le dépôt calcaire à bandes alternativement colorées et blanches, qui constitue la couche externe de la coquille; le sac couvrant la masse du corps et renfermant les viscères sécrète la substance nacréée qui forme la couche interne du test. La même substance nacréée compose aussi toute l'épaisseur des cloisons, parce que le fond du sac par lequel elles sont construites ne diffère nullement des parties du manteau qui tapissent la grande chambre. Enfin, le cordon charnu qui, partant du fond du sac, se prolonge dans le siphon, produit par sécrétion, à sa surface externe, l'enveloppe siphonale composée d'une substance que M. Valenciennes définit par le nom de *musculo-crétacée*, et qui est beaucoup moins compacte et solide que la nacre des cloisons.

D'après ces détails, que chacun peut vérifier aisément, on voit que dans *Nautilus Pompilius* on peut reconnaître au premier coup d'œil tout l'espace occupé par le sac viscéral de l'animal, parce que cet espace est renfermé dans une paroi nacréée, distincte de l'enveloppe siphonale proprement dite.

La limite de ces deux parois n'échappe pas à la moindre attention, quand on a sous les yeux la section médiane d'une coquille. Au point où la cloison est percée pour donner passage au siphon, on voit que sa paroi nacréée s'infléchit et se recourbe en dessous, à peu près comme une feuille de fer-blanc dans laquelle on perce un trou par la pression d'une tige conique. Cette partie tubulaire, placée en appendice au-dessous de l'orifice que traverse le siphon, est ce que nous nommons le *goulot*, à cause de sa ressemblance avec le goulot d'un flacon, si l'on suppose la cloison renversée. Dans le Nautilé vivant, le goulot, très peu développé, se soude par son bord inférieur et externe à l'enveloppe siphonale, sécrétée par le cordon charnu. M. de Blainville avait déjà bien reconnu

ces diverses parties, et constaté leur disposition réciproque (*Ann. du Mus. d'hist. nat.*, VII, 1834).

Puisque le goulot, par sa nature naécée, indique l'étendue du sac viscéral, ou du corps, dans *N. Pompilius*, nous avons quelque droit de penser, par analogie, qu'il en est de même dans les Céphalopodes anciens.

Il est d'ailleurs aisé de distinguer le goulot dans ces fossiles, à cause de ses apparences toujours semblables à celles de la cloison avec laquelle il fait corps, tandis que l'enveloppe siphonale offre un aspect plus ou moins différent. Par suite de la plus grande solidité du goulot, on le trouve habituellement conservé lorsque la cloison existe.

Le tube propre du siphon, de nature plus fragile, est au contraire très souvent détruit; circonstance qui a donné lieu à l'admission erronée de siphons discontinus.

Dans les Orthocères, le goulot varie beaucoup en longueur, mais on peut dire en général qu'il est court dans toutes les formes dont le siphon est étroit et placé loin du bord. Dans ce cas, le goulot s'étend rarement au delà de quelques millimètres au-dessous de la cloison, de sorte qu'il y a une grande distance entre son extrémité et la cloison inférieure. Par contraste, dans le groupe des *vaginati*, le goulot se prolonge ordinairement d'une cloison à l'autre, de manière à pénétrer comme un entonnoir dans le goulot précédent.

Notre ami M. de Verneuil possède dans sa belle collection un fragment de *O. duplex*, dans lequel on voit les goulots invaginés les uns dans les autres, et s'étendant chacun sur la longueur de deux loges aériennes. Ce morceau est figuré dans le grand ouvrage sur la Russie et l'Oural. (Vol. II, pl. XXIV, fig. 7.)

Le développement extraordinaire du goulot, dans le groupe des *vaginati*, avait donc été remarqué par les savants auteurs de l'ouvrage que nous venons de citer, et il avait été aussi constaté par le professeur Quenstedt.

En vertu de l'analogie que nous venons d'établir avec *Nautilus Pompilius*, nous sommes donc amenés à admettre que le sac viscéral, ou le corps de l'animal, s'étendait dans le fourreau qui porte le nom de siphon dans les *vaginati*. Le siphon aurait donc rempli dans ces Orthocères les mêmes fonctions que remplissait la partie inférieure de la grande chambre des *Ascoceras*.

§ IV. Il existait une grande analogie de forme entre l'animal des ASCOGERAS et celui des ORTHOGERAS.

On sait combien la nature a coutume de varier les formes et apparences extérieures des animaux appartenant à une même famille, et comme elle n'a pas cessé de procéder d'après les mêmes lois, depuis l'apparition de la vie animale sur le globe, il est permis d'estimer d'une manière approchée les analogies et les différences qui pouvaient exister entre les divers genres des Nautilides paléozoïques, en jetant un coup d'œil sur les céphalopodes de la faune vivante.

Les Céphalopodes dibranches des mers actuelles présentent, il est vrai, des formes très raccourcies et arrondies, comme les *Sepia*, ou comme *Eledone*, déjà comparée à *Ascogeras*; mais on trouve en même temps parmi eux des formes très allongées, comme certains Calmars (*Loligo*), ou comme les Ommastréphes. En remontant aux Bélemnites, tels que *Belemnites giganteus*, *B. acuarinus*, *B. elongatus*, *B. exilis*, et beaucoup d'autres des terrains jurassiques, nous voyons que les céphalopodes des mers secondaires avaient des proportions encore bien plus élancées et plus grêles que ceux de nos jours. Il n'y a donc aucune invraisemblance à concevoir qu'il pouvait exister des analogies comme des oppositions de forme, aussi prononcées, entre les genres de Nautilides représentant les Céphalopodes tétrabranches dans les mers paléozoïques.

Cependant, si l'on prolongeait par la pensée le corps ou sac viscéral d'un Orthocère du groupe des *vaginati*, dans toute l'étendue de son siphon, on arriverait ainsi à une longueur démesurée, qui pourrait atteindre quelques mètres, pour certaines espèces. Ce serait une exagération que nous sommes en mesure d'éviter, par la considération d'un fait important, qui nous permet d'assigner une limite à l'extension du corps, dans la cavité siphonale des Orthocères en question.

En suivant uniquement les indications données par la grande largeur du siphon, et par l'invagination des goulots successifs, dans les *vaginati*, on serait naturellement entraîné à concevoir la partie postérieure de l'animal, comme s'étendant jusqu'au sommet aigu de la coquille. Mais il n'en est point ainsi. L'étude des siphons nous démontre que l'animal s'élevait en remplissant derrière lui le vide formé par son ascension graduelle. Ce remplissage du siphon, dont il serait difficile aujourd'hui de déterminer la pro-

gression, par rapport à celle des loges aériennes, s'opérait par deux procédés un peu différents. Nous attacherions quelque importance à la diversité de ces procédés, parce que chacun d'eux paraît caractériser particulièrement les espèces de l'un des deux continents, sauf plus ample information, sur cette matière.

Dans *Orthoceras duplex*, *O. commune*, *O. vaginatum*, *O. trochleare*, c'est-à-dire dans les espèces de la Scandinavie et de la Russie, l'animal paraît avoir rempli son siphon, derrière lui, d'une manière continue, par petites couches successives, provenant de la sécrétion constante du fond du sac, ou manteau, au fur et à mesure de la progression du corps vers le haut de la coquille (fig. 14-15).

Ce fait est confirmé par beaucoup d'individus que nous avons observés, et en particulier par des exemplaires très instructifs, appartenant à la magnifique collection de notre ami M. de Verneuil. Dans tous ces spécimens, et surtout dans les sections longitudinales, on voit la partie inférieure, c'est-à-dire la plus étroite du siphon, constamment remplie de spath calcaire blanc, d'une apparence pure. Au contraire, la partie supérieure, ou la plus large de ce tube, a été comblée par la pénétration de la roche compacte, plus ou moins impure et diversement colorée, dans laquelle la coquille a été ensevelie. Il est évident, que si cette matière grossière n'a pas pénétré plus avant dans des siphons de grand diamètre, c'est uniquement parce que l'espace occupé par le calcaire spathique blanc était déjà rempli, lorsque la pénétration de la vase calcaire a eu lieu. Sans cette circonstance, la vase liquide aurait envahi toute l'extrémité inférieure du siphon, comme elle a envahi son extrémité opposée, ainsi que les cavités des loges aériennes, où elle s'est souvent introduite par des fissures imperceptibles. Nous dirons en passant, que le remplissage calcaire par l'animal se fait quelquefois d'une manière inégale sur le contour du siphon, de sorte que le vide conique interne n'est pas dirigé exactement suivant l'axe longitudinal.

À cette interprétation on pourrait objecter que le dépôt calcaire cristallin s'expliquerait aussi, sans constater son antériorité, en supposant que la coquille, vide, a été immergée dans des eaux chargées de carbonate de chaux, qui ont rempli de matière spathique la pointe du siphon, avant la pénétration de la vase.

Cette objection s'évanouit si l'on remarque qu'un dépôt chimique provenant des eaux ambiantes, aurait dû tapisser uniformément toute la surface interne du siphon, comme nous voyons ordinairement toutes les parois des chambres aériennes, où les

liquides seuls ont pénétré, se couvrir de couches uniformes, cristallines. Au lieu de semblables couches, les siphons observés nous montrent d'abord, au fond du tube, une masse qui le remplit tout entier, sans laisser aucun vide; ensuite, en montant, on voit qu'il reste un vide au milieu, tandis que le dépôt sur les parois diminue graduellement d'épaisseur, jusqu'à ce qu'il finisse par disparaître complètement. Ce vide interne, de forme conique, régulière, représente l'espace occupé par le sac de l'animal. La forme de ce sac nous est donc conservée par le calcaire compacte moulé dans ce vide. De tels moules se rencontrent souvent isolés, par suite de la décomposition des roches, et M. le prof. Eichwald, les considérant comme des fossiles indépendants, leur a donné le nom générique de *Hyalites*. MM. de Verneuil et le comte Keyserling, remarquant que ces corps n'offrent aucune trace de cloisons, les ont reconnus comme des moules formés dans l'intérieur des siphons; mais ces savants n'ont pas poussé plus loin leurs investigations sur ce sujet. (*Russ. et Our.*, II, 350.)

Le remplissage progressif du siphon par l'animal lui-même étant ainsi expliqué pour les Orthocères du nord de l'Europe, il est aisé de comprendre le procédé analogue, quoique un peu différent, employé par les espèces congénères du nord de l'Amérique. Nous avons principalement en vue, en ce moment, les formes très remarquables qui ont reçu du savant paléontologue de l'État de New-York, le nom significatif de *Endoceras*. Le lecteur sait qu'à ce nom se rattache l'idée d'une génération vivipare; car J. Hall a cru reconnaître de jeunes individus renfermés dans le siphon de leur mère et s'y développant dans une gaine particulière, qu'il nomme *tube embryonnaire*. (*Pal. of New-York*, I, 207, etc.)

Nous regrettons de devoir substituer à cette ingénieuse et intéressante théorie une vulgaire explication (fig. 29-30).

Nous apprenons par le texte et par les figures de James Hall, que le siphon des *Endoceras* présente ordinairement plusieurs tubes ou gaines renfermés les uns dans les autres, mais qui, n'étant pas exactement concentriques, laissent certains vides irréguliers entre leurs surfaces contiguës. La longueur relative de ces tubes et leurs rapports avec l'enveloppe externe du siphon n'est pas indiquée d'une manière précise par le savant cité. Il se borne à constater que le tube embryonnaire aboutit toujours à la grande chambre, et remplit exactement l'entrée siphonale. D'après ce fait, le tube embryonnaire occupe la cavité la plus élevée dans le siphon. Il est d'ailleurs décrit comme toujours lisse, et rien ne fait soupçonner qu'on ait observé à sa surface un test quelconque. Toutes ses

apparences sont celles d'un moule formé dans une cavité conique, que J. Hall nous signale comme ayant des parois composées de calcaire cristallin. C'est ce fourreau embryonnaire qui renferme les individus que J. Hall considère comme se développant dans l'intérieur de leur mère.

Ces données, tirées de la *Paléontologie de New-York*, sont parfaitement confirmées, et en même temps élucidées par les exemplaires recueillis en Amérique par M. de Verneuil. Grâce à l'inépuisable complaisance de notre savant ami, qui a mis ces fossiles entre nos mains, et qui nous a même permis d'en faire scier quelques-uns, nous avons pu donner à nos convictions la sécurité que l'observation des objets matériels peut seule produire.

Ces études nous ont donc confirmé dans l'opinion, que l'apparence du siphon des céphalopodes américains peut s'expliquer comme celle du siphon des Orthocères du nord de l'Europe. En effet, pour se rendre compte de la présence de divers tubes ou gaines irrégulièrement envaginés dans le siphon des *Eudoceras*, il suffit de concevoir qu'à certaines époques l'animal s'élevait rapidement d'une quantité plus ou moins grande, au lieu de progresser d'une manière lente et continue. Par suite de ces ascensions brusques, il devenait impossible aux surfaces sécrétantes de remplir tout le vide que le corps de l'animal laissait derrière lui en se déplaçant. On comprend aussi, par la même raison, que la pointe postérieure du sac, subitement élevée dans une région beaucoup plus spacieuse que celle qu'elle quittait, devait un peu balloter avant de se fixer par la sécrétion d'une nouvelle gaine calcaire. Chaque gaine pouvait donc prendre une direction un peu irrégulière, par rapport à la surface interne et à l'axe du siphon. Du reste, la section des exemplaires de M. de Verneuil nous montre que les parois cristallines de ces gaines emboîtées sont beaucoup plus épaisses vers le bas que vers le haut. Ce fait semblerait indiquer une progression lente, prolongée jusqu'aux époques des déplacements brusques dont nous venons de parler. L'analogie avec les espèces d'Europe n'en serait que plus évidente.

Par la mort et la décomposition du corps de l'animal, la dernière gaine restait seule vide et ouverte à l'entrée du siphon dans la grande chambre d'habitation. Il est donc tout naturel que cette gaine renferme toujours le tube embryonnaire de Hall, car ce tube en est le moule interne. Lorsque le hasard et le mouvement des eaux avaient amené dans la cavité de la gaine supérieure un Orthocère d'une espèce quelconque, on conçoit que cette coquille adventice paraisse jouer le rôle d'un embryon dans le corps de sa

mère. Cette illusion est jusqu'à un certain point justifiée, lorsque le jeune individu appartient à la même espèce que celui qui le renferme. Mais lorsqu'un *Endoceras* à large siphon latéral contient un jeune Orthocère à siphon étroit et central, comme on le voit admis sur la planche XLVI de la *Paléontologie de New-York*, il est difficile de supposer qu'on a sous les yeux une mère en état de gestation. Du reste, M. de Verneuil avait déjà exprimé les mêmes doutes sur ce sujet, en attribuant au hasard la pénétration des Orthocères dans les siphons des *Endoceras* américains.

Par suite de ces considérations, nous nous croyons fondé à regarder les apparences des *Endoceras* comme de simples phénomènes provenant du remplissage successif des siphons par les céphalopodes qui ont construit ces coquilles.

Il nous paraît donc suffisamment démontré que, dans le groupe des *vaginati*, l'animal, tout en étendant son corps dans le siphon, ne prenait pas une longueur démesurée, comme on pourrait le supposer d'après les dimensions de certains Orthocères. On peut donc dire qu'il y avait complète analogie, même sous le rapport des proportions, entre les animaux des *Ascoceras* et ceux des *Orthoceras*. Cette analogie confirme les rapports que nous avons établis entre les coquilles.

En commençant cette communication, nous avons fait voir comment tous les genres des Nautilides, quelle que soit leur forme, peuvent être idéalement dérivés du type *Orthoceras*.

Tout ce que nous venons d'exposer montre que les Orthocères du groupe des *vaginati* peuvent être considérés comme dérivant des *Ascoceras*, qui sont pourvus d'une série de cloisons latéralement placées sur leur côté dorsal, et dont le type est *A. bohemicum* (fig. 20 à 28). Il nous serait encore plus aisé de faire concevoir comment les Orthocères dits *regulares*, c'est-à-dire ayant un siphon plus ou moins central, d'un faible diamètre et soudé à un goulot très court, dérivent d'une manière analogue d'un autre groupe d'*Ascoceras*, dont *A. Buchi* est le type, et qui ne possèdent qu'une seule loge à air, obliquement appliquée à l'extrémité inférieure de la chambre d'habitation (fig. 16 à 19). Les limites de cette communication ne nous permettent pas de nous étendre sur ce sujet, que nous traitons dans notre ouvrage.

En résumé, le genre *Ascoceras* offre, sous la forme la plus simple, tous les éléments importants qui constituent la coquille des autres genres des Nautilides. Ces éléments remplissent les mêmes fonctions, quelle que soit leur forme, dans tous ces céphalopodes. Enfin, l'étude des phénomènes du remplissage organique

des siphons nous conduit à reconnaître, malgré la diversité des apparences extérieures, une grande analogie entre les animaux des *Ascoceras* et de certains *Orthoceras* de la faune seconde. *Ascoceras* peut donc être considéré comme le premier terme ou prototype de la série des Nautilides.

Il ne nous reste que quelques mots à ajouter sur l'ordre d'apparition des *Ascoceras* par rapport aux autres Nautilides.

Les douze espèces d'*Ascoceras* que nous avons découvertes en Bohême appartiennent toutes à la division silurienne supérieure, c'est-à-dire à la faune troisième. Jusqu'à ces derniers temps, aucune trace de ce nouveau genre n'avait été signalée dans d'autres contrées.

Vers la fin de l'année 1854, M. Ferd. Roemer, professeur à Bonn, nous a annoncé la découverte d'une forme semblable parmi des fossiles provenant de Brewig en Norwège, et qu'il considère comme appartenant à la division silurienne inférieure. Nous ne connaissons pas les motifs sur lesquels ce savant fonde la détermination de cet horizon géologique, mais il est très concevable que l'on trouve *Ascoceras* dans la faune seconde, déjà riche en céphalopodes, dans les régions scandinaves. Cependant ce fait ne nous paraît pas hors de doute, parce que nous avons vu quelques fossiles dont l'apparence indique la faune troisième, et qui proviennent aussi de Brewig. Cette localité semblerait donc présenter à la fois les deux faunes successives, et il resterait une étude locale à faire pour reconnaître leurs limites et fixer plus sûrement l'horizon des *Ascoceras* dans la Norwège.

S'il était démontré que ce genre caractérise exclusivement la faune troisième, en Norwège comme en Bohême, il en résulterait, que la forme la plus simple parmi les Nautilides n'aurait apparu dans les mers paléozoïques que longtemps après les formes plus compliquées ou plus parfaites, si l'on veut, de la même famille. Ce fait confirmerait l'indépendance déjà constatée entre la série naturelle des êtres, sous le rapport de leur développement organique, et l'ordre de leur apparition dans la série chronologique des temps.

Explication des figures.

- Fig. 1. *Orthoceras*. — Forme très allongée, dont l'angle apical se rapproche du minimum connu, 2°.
- Fig. 2. *Orthoceras*. — Forme très raccourcie, dont l'angle apical se rapproche du maximum connu, 70°.
- Fig. 3. *Cyrtoceras*. — Forme moyenne, sous le rapport de la courbure.

- Fig. 4. *Gomphoceras*. — Forme ordinaire, montrant la contraction de l'ouverture, divisée en deux orifices distincts, réunis par un étranglement.
- Fig. 5. *Phragmoceras*. — Les deux orifices résultant de la contraction de l'ouverture sont réunis par un long étranglement.
- Fig. 6. *Lituites simplex*. — Espèce de Bohème, dont la crosse, peu allongée, se termine par une ouverture contractée.
- Fig. 7. *Gyroceras*. — Les tours de spire sont disjoints.
- Fig. 8. *Nautilus*. — Forme ancienne, simple; les tours de spire non embrassants.
- Fig. 9. *Trachoceras*. — Forme à tours conjoints.
- Fig. 10. *Trachoceras*. — Forme à tours disjoints.
- Fig. 11. *Nautilus Pompilius*. — Partie d'une section longitudinale suivant l'axe. La ligne noire et forte indique la nacre formant la lamelle interne de la coquille, la cloison et son goulot. La ligne ponctuée indique l'enveloppe siphonale *mucoso-crétacée* (Valenciennes).
- Fig. 12. *Orthoceras communis*, Wahl. — Fragment montrant le sinus ou soudure incomplète du bord des cloisons, au droit du siphon.
- Fig. 13. *Id.* — Section transverse.
- Fig. 14. *Orthoceras duplex*, Wabl. — Fragment coupé longitudinalement suivant l'axe de la coquille et l'axe du siphon latéral. OOO, loges aériennes. — Les goulots des cloisons sont invaginés les uns dans les autres. — AA, partie de la chambre d'habitation, remplie par la roche compacte, ainsi que la partie supérieure du siphon, renfermant un autre Orthocère adventice. — BB, partie inférieure du siphon, remplie par le calcaire cristallin, déposé par l'animal.
- Fig. 15. *Id.* — Section transverse, suivant *xy*.
- Fig. 16. *Ascoceras Buchi*, Barr. — Section longitudinale suivant l'axe, montrant l'absence des loges aériennes, à l'exception d'une seule à l'extrémité inférieure. Cette loge est caduque.
- Fig. 17. *Id.* — Ouverture du fossile.
- Fig. 18. *Id.* — Section transverse, au milieu de la longueur.
- Fig. 19. *Id.* — Extrémité inférieure du fossile supposé placé horizontalement, et montrant la trace du siphon.
- Fig. 20. *Ascoceras bohemicum*, Barr. — Individu complètement enveloppé de son test et vu par une des faces latérales.
- Fig. 21. *Id.* — Dépouillé de son test, montrant la même face, sur laquelle on voit la grande chambre et les loges aériennes.
- Fig. 22. *Id.* — Sans test, vu par le côté convexe ou ventral, montrant au milieu la grande chambre, incomplètement embrassée par les loges aériennes.
- Fig. 23. *Id.* — Section longitudinale suivant l'axe. On voit, au bas de la grande chambre, l'ouverture siphonale par laquelle elle communique avec la partie aplatie de la loge aérienne inférieure.

- Fig. 24. *Id.* — Vu par le côté dorsal, et montrant de face les loges à air.
- Fig. 25. *Id.* — Chambre d'habitation isolée, par suite de l'enlèvement des loges aériennes.
- Fig. 26. *Id.* — Ouverture du fossile.
- Fig. 27. *Id.* — Section transverse du fossile, sur le milieu de la longueur. La partie ombrée indique la grande chambre.
- Fig. 28. *Id.* — Extrémité inférieure du fossile supposé placé horizontalement. La partie aplatie de la loge à air inférieure est enlevée, pour montrer l'ouverture siphonale au bout de la grande chambre.
- Fig. 29. *Endoceras.* — Section idéale suivant l'axe de la coquille et l'axe du siphon latéral. OOO, loges à air, avec goulots prolongés. — AA, partie de grande chambre remplie par le calcaire compacte, ainsi que la partie supérieure du siphon. — BBB, sommets de trois gaines successives, formées par du calcaire spathique sécrété par l'animal. — *eee*, vides irréguliers existant entre les gaines successives. — L'espace n'a pas permis de figurer ces gaines avec toute la longueur qu'elles paraissent avoir dans la nature. Le moule, formé dans la gaine supérieure et renfermant un Orthocère adventice, est ce que J. Hall nomme *tube embryonnaire*.
- Fig. 30. *Id.* — Section transverse, suivant *xy*.

Séance du 5 février 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

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

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, janvier 1855.

De la part de M. J.-L. Combes, *Fumel et ses environs (Haut Agenais)*. — *Recherches géologiques et paléontologiques, météorologiques et botaniques*, in-8, 56 p. Agen, 1855, chez Prosper Noubel.

De la part de M. Filippo Parlatore, *Viaggio, etc.* (Voyage *Soc. géol.*, 2^e série, tome XII.

dans les parties septentrionales de l'Europe, dans l'année 1854, 1^{re} partie, narration du voyage), in-8, 392 p., 1 carte. Florence, 1854, chez Lemonnier.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 4 et 5.

Bulletin de la Société de géographie, 4^e série, t. VIII, n^o 48, décembre 1854.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n^o 75, 7^e année, novembre 1854.

L'Institut, 1855, nos 4099 et 4100.

Précis statistique sur le canton de Beauvais (Oise), rédigé en 1854 (extr. de l'*Annuaire de 1855*), in-8, 338 p., 1 carte.

Mémoires de la Société d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube, t. V, 2^e sér., nos 31 et 32, III^e et IV^e trimestre 1854.

The Athencæum, 1855, nos 1422 et 1423.

Rendiconto della Società R. Borbonica. — Accademia delle scienze di Napoli, nuova serie, nos 1 à 3, gennaio-giugno 1853, in-4.

Memorie della R. Accademia delle scienze di Torino, serie seconda, t. XIV, 1854.

The american journal of science and arts, by Silliman, 2^e sér., n^o 54, novembre 1854.

M. le vicomte d'Archiac lit la lettre suivante de M. de Rouville.

Monsieur,

Permettez-moi, à titre de témoignage de ma haute estime pour votre personne et pour vos travaux, de m'adresser à vous pour communiquer à la Société géologique la découverte d'un nouveau gisement de poissons fossiles à Beaufort, dans les environs de Crest (Drôme); c'est à la bienveillance de M. le docteur Jules Juges, auteur d'un mémoire remarquable sur les forces locomotrices humaines, et médecin à Aouste, et à la complaisance de M. Favre, propriétaire d'un très bel échantillon, que je dois cette découverte.

Je m'empresse d'ajouter que l'âge du gisement que je rapporte aux premiers temps de la période crétacée, période si pauvre en restes ichthyologiques, me semble devoir relever l'intérêt d'une

faune que des recherches ultérieures essaieront d'exhumer tout entière. Je ne hasarderai pas aujourd'hui une détermination que je préfère attendre de MM. Paul Gervais et Thiollière; je dirai seulement qu'une queue remarquablement conservée m'a paru identique avec celle figurée par M. Agassiz (vol. II, pl. 34) et rapportée par lui à un *Lepidotus*.

Le village de Beaufort est situé à environ 8 kilomètres de la route de Crest à Saillans, et est posé au sommet de collines néocomiennes presque entièrement constituées par ces conches calcaréo-marneuses, bleues et jaunes, qui forment la plupart de nos garigues du midi de la France, et en particulier celles des environs de Nîmes; elles y présentent ce caractère de stérilité qui leur imprime dans notre horizon un faciès presque caractéristique.

À quelques mètres de Beaufort, vers le nord-ouest, commence un plateau tout jonché de fragments irréguliers des roches voisines, et si bien entouré de hauteurs de tous les côtés, qu'on le prendrait, au premier abord, pour un ancien lac desséché. À l'entrée de ce plateau se rencontrent des marnes noires schisteuses renfermant des Bélemnites plates (*Belemnites dilatatus*, Blainv.), et immédiatement au-dessus de ces marnes, en stratification concordante, et ne formant aucun relief, succèdent des couches compactes, un peu grésiques, présentant encore les deux couleurs bleue et jaune, avec une légère teinte verdâtre, et bosselées à leur surface de concrétions cylindriques sans caractère particulier. Ces couches renferment des nodules ellipsoïdaux dont le grand axe atteint quelquefois 0,30 à 0,40 centimètres, lesquels renferment dans leur intérieur des poissons le plus souvent entiers: nouvel exemple du phénomène si commun des centres d'attraction organique.

La nature minéralogique des couches à nodules rappelle le calcaire roux de M. Favre, ou le calcaire jaune miroitant de M. Uter; toutefois il se pourrait, à cause du relief et aussi par suite de quelques observations ultérieures, qu'elles appartenissent à un étage supérieur, l'étage *aptien* ou celui du *gault*. Notre hésitation à l'égard de ces derniers ne surprendra pas ceux qui se rappellent les opinions si diverses touchant l'autonomie du premier, celle de M. Ewald en particulier (*Neurs Jahrb.*, 1851), si contrastante avec celle de M. Renevier, dans son beau et récent mémoire sur la perte du Rhône.

Malheureusement le temps ne nous a pas permis de traverser le plateau, ni d'aborder les roches de ceinture; celle du Plan de

Baix, le chemin de Beaufort à la Beanne-Cornillane par Suze, c'est-à-dire la traversée probable de tout le terrain crétacé jusqu'au terrain tertiaire, nous eussent mis à même de nous faire une idée nette de toute la formation.

Obligé de quitter le jour même Beaufort pour Aouste, nous ne fûmes pas médiocrement heureux de trouver le lendemain dans un rayon de quelques kilomètres, aux environs de cette petite ville, l'occasion si regrettée de remonter les couches crétacées.

Aouste, dans le voisinage de Crest, à une dizaine de kilomètres de Beaufort, est située sur les bords de la Drôme, dont la vallée est bordée de talus marneux ou marno-calcaires, d'une couleur généralement sombre que surmontent des calottes de calcaires blanchâtres et massifs (Sc. Gras, *Statist. de la Drôme*). Parmi ces dernières il en est deux remarquables au point de vue orographique, Roche-Colombes, le but de notre course, et Roque-Courbe plus éloignée d'Aouste, et dont le voyageur qui descend le Rhône en bateau à vapeur n'a pas de peine à reconnaître au loin les formes pittoresques; ces roches abruptes présentent en outre cet intérêt géologique, qu'elles sont essentiellement distinctes du calcaire à *Diceras*; celui-ci manque complètement aux environs d'Aouste comme près de Beaufort.

Si l'on suit, comme nous, la route d'Aouste à Roche-Colombes, on rencontre, immédiatement au-dessus de calcaires néocomiens bicolores à Ammonites et à Ancylocères, une assise épaisse de marnes très feuilletées d'une couleur noirâtre, traversées dans tous les sens de filons de carbonate de chaux. Leur ressemblance frappante avec les marnes supra-liasiques dont les distinguent leur position stratigraphique et la présence du *Belennites semi-candiculatus*, Blainv., que nous y avons recueilli, nous a rappelé ce trait d'analogie constaté entre les deux mêmes terrains, par M. Dufrenoy, dans sa savante description du cirque de Gavarnie (*Mém. pour servir à la descript. géol. de la France*, tom. II, p. 123); ces marnes noirâtres qui représenteraient l'étage aptien de M. Alc. d'Orbigny, et que nous n'avons pas observées à Beaufort, ne présentent encore aucune trace de la teinte verte que nous allons trouver si développée dans les assises supérieures.

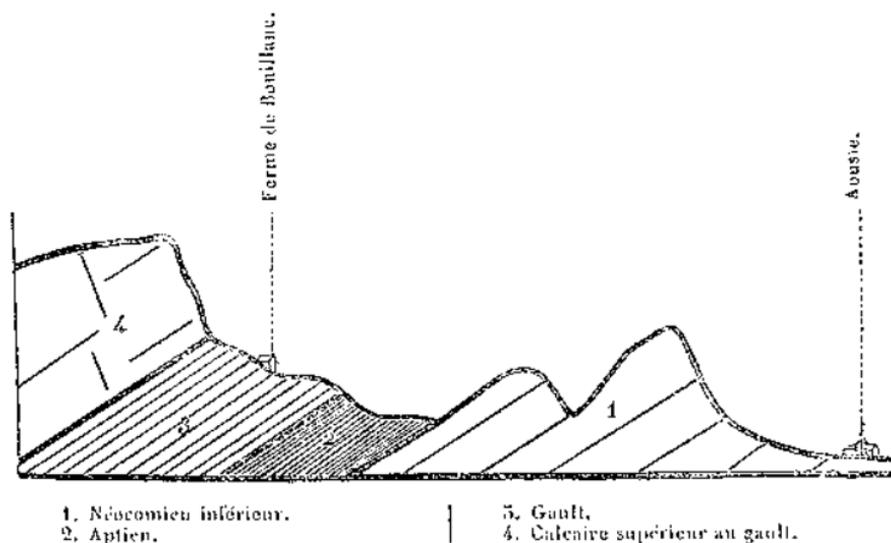
Ces assises sont formées de grès quartzeux et de marnes verdâtres et atteignent une épaisseur de 8 à 10 mètres; elles renferment des bancs intercalés de silex noirâtres; l'abondance des *Inoceramus sulcatus* (Park.) et *concentricus* (Park.) et quelques débris de l'*Ammonites varicosus* (Sow.) constatent l'horizon du gault.

Nous ajouterons que certaines concrétions répandues dans les grès rappellent assez bien celles que nous avons signalées dans les couches à poissons de Beaufort ; mais nous n'y avons rencontré ni nodules ni poissons.

Enfin, au-dessus de ces marnes et de ces grès repose en stratification concordante une masse blanchâtre, compacte, composée d'un calcaire à pâte spathique et pétriée de grains de quartz, dont une coupure élargie pour les besoins des communications constitue le passage appelé dans le pays *le pas de Lauzun ou du Turc*. Ce calcaire, en couches irrégulières, qui atteint en ce point 7 à 8 mètres d'épaisseur, est le même que celui qui couronne le faite des talus ; il descend ici dans le fond de la vallée sous la forme d'une de ces ondes massives, révélatrices du degré de plasticité et de mollesse dont ces couches, aujourd'hui si rigides, ont été un jour susceptibles, et si fréquentes d'ailleurs dans les contrées à roches marnées et calcaires. Nous n'avons pu y recueillir de fossile déterminable.

Nous avons dû nous borner à constater sa position au-dessus du grès à *Inoceramus sulcatus*. Plus tard il nous sera donné peut-être d'étudier ces relations avec les couches de la craie chloritée et de la craie tuffeau de *Dieu-le-Fit* : il nous suffit pour le moment d'avoir constaté la succession des couches le plus immédiatement en rapport avec les assises à poissons.

Nous la résumons dans le diagramme suivant :



Si une distance de quelques kilomètres seulement nous permet de tenir compte jusqu'à un certain point des analogies tirées de la

coloration verte et de la présence des concrétions, nous en induirons la probabilité que le gisement des poissons appartient aux couches les plus inférieures de l'étage *albien*, puisque ni l'*argonien*, ni l'*aptien* ne sont représentés à Beaufort; dans tous les cas, il ne saurait être antérieur aux derniers dépôts du néocomien proprement dit. Quant au calcaire spathique supérieur, nous n'aurons garde, dès aujourd'hui et après une course aussi précipitée, de vouloir préciser sa place dans les étages crétacés; nous l'avons sur bonnes preuves distingué du *calcaire à Dicerias*; nous le rangerons en attendant parmi ces *calcaires du grès vert*, que, dans sa remarquable notice sur le groupe des montagnes de la Grande-Chartreuse, M. Lory signale à Saint-Agnan, à la Fauge, et près du Villard-de-Lans (pag. 30-31), ou bien parmi ces *calcaires du gault*, dont notre savant collègue, M. Emilien Dumas, vient tout récemment de constater un énorme développement dans le département du Gard; dans ce cas, ils rappelleraient les *lumachelles du gault* de M. Lory, seulement à un niveau géologique plus élevé. Ils pourraient encore correspondre à ces calcaires blanchâtres tuberculeux que vous citez, Monsieur, au sud de Bollène, sous l'ancien manoir de Beauchamp (*Hist. des prog. de la Géol.*, t. IV, p. 520); quoi qu'il en soit, ils jouent dans l'orographie de la Drôme un rôle digne d'une sérieuse considération. N'auraient-ils pas été jusqu'ici confondus avec la *formation moyenne* de M. Gras que vous identifiez avec les calcaires à Caprotines (*Ibid.*, t. IV, p. 516)?

Tels sont, Monsieur, les faits que nous avons recueillis dans une course qui devait être rapide et que le mauvais temps est venu abrégé encore; nous ne les livrons qu'à titre de pièces d'attente pour des recherches futures que nous recommandons aux savants voisins de ces contrées; puissent-ils éveiller leur attention et provoquer de leur part la solution de questions que nous reconnaissons avoir plutôt posées que résolues.

Je serai, je l'espère, à même de vous envoyer un dessin de l'espèce la plus commune, pour l'une des plus prochaines séances.

M. de Verneuil donne lecture du Mémoire suivant :

Sur la géologie d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des montagnes de Tolède, par M. Casiano de Prado.

J'ai toujours pensé que l'étude des terrains d'Almaden devait offrir beaucoup d'intérêt, principalement par l'application qu'on en

pourrait faire à l'exploitation des mines de mercure qui s'y trouvent et qui avaient été très mal dirigées avant la seconde moitié du siècle dernier. C'est alors que le gouvernement espagnol, conseillé par Bowles, fit venir de l'Allemagne des ingénieurs pour conduire les travaux conformément à l'art. Mais ces directeurs, parmi lesquels se trouvait Hoppensack, connaissaient très peu la géologie, et ceux qui les ont remplacés postérieurement n'avaient pas non plus de prétentions à mériter le nom de géologues. Je fus le premier, en 1830, à faire un plan pétrographique de la mine principale, qui se trouve sous le bourg même d'Almaden, à la profondeur de 234 mètres ; j'y remarquai les lignes de stratification, qui, à ce niveau, sont assez dérangées, et je constatai que chaque roche a une couleur différente. Ces premières études m'ont été très utiles lorsque, onze ans plus tard, je suis retourné à Almaden comme chef de l'établissement, place que j'ai occupée pendant deux ans sans pouvoir presque penser à la géologie.

Beudant disait, il y a trente ans à peu près, que le mercure se trouvait à Almaden dans le terrain du trias. Postérieurement, M. Le Play, qui a fait dans la Sierra-Morena des études très intéressantes, jugea que c'était celui de la grauwacke, guidé qu'il était par le faciès des roches et par les analogies de quelques fossiles qu'il y avait ramassés. Ce fut M. de Verneuil, qui, le premier, en 1850, cherchant et examinant les fossiles sur les lieux mêmes, a fait voir qu'il existait dans cette région le terrain silurien inférieur et le dévonien. Mais il restait à connaître l'ordre de superposition des couches et la disposition des deux terrains, l'un par rapport à l'autre, à voir s'ils y existaient seuls, à étudier les roches plutoniques, à trouver l'époque de l'apparition du cinabre, et à chercher le plus grand nombre possible de fossiles. J'ai fait pour cela quelques courses dans les trois dernières années. Le manque de bonnes coupes, servant à l'étude des superpositions dans les environs d'Almaden, m'a obligé d'étendre mes explorations assez loin au N., au N.-E. et au N.-O. Malgré cela, les difficultés que j'ai trouvées sous ce rapport sont telles que, peut-être, il faudra de longues recherches encore pour les vaincre. J'ai donc cru que je devais faire une halte pour exposer l'état des questions que je m'étais imposé de résoudre.

Assurément, il reste beaucoup à faire pour connaître la géologie d'un pays aussi entrecoupé de montagnes que l'Espagne, et où il y a tant de lieux qu'aucun géologue n'a encore visités. Cependant, par tout ce que l'on en sait déjà, et à en juger par les anomalies que ses terrains présentent, on peut bien dire que peu de régions ont passé par autant de révolutions et de bouleversements dans les

différentes époques géologiques. Et en effet, où voit-on ici, comme dans d'autres points de l'Europe, je ne dirai pas toute ou presque toute la série des terrains reposant les uns sur les autres dans l'ordre de leur ancienneté, mais un seul terrain complet avec tous ses étages? souvent, au contraire, ces étages, chez nous, sont réduits à un seul.

D'un autre côté, si depuis le terrain du trias jusqu'aux plus modernes, les couches sont quelquefois peu inclinées, quoique soulevées à une grande hauteur, le terrain sur lequel chacun repose varie d'un lieu à l'autre, et rien n'est si commun que de voir, par exemple, la craie tuffeau immédiatement sur le lias, d'autres fois sur le trias, ailleurs sur le terrain silurien ou sur le gneiss, et à des distances peu considérables. Un autre fait digne d'être remarqué, c'est que le terrain permien manque complètement dans toute la Péninsule, ou que, du moins, on n'a pas encore un seul indice certain de son existence. Quant aux terrains silurien, dévonien et carbonifère, je ne les ai jamais vus que fortement redressés. Si quelquefois ils se trouvent en couches peu inclinées, c'est seulement sur de petites étendues, et peut-être ne sont-ce que des effets d'affaissement. C'est à la ville même d'Alcaraz que les terrains anciens de la Sierra-Morena finissent vers l'est, et c'est là que j'ai pu voir leur contact avec le trias. Celui-ci, avec une puissance de 200 mètres au moins, se trouve en couches presque horizontales, tandis qu'à côté, les couches du terrain silurien se dirigent O.-N.-O. — E.-S.-E., avec un plongement de 70° au N.-N.-E. Loin de la Sierra-Morena, j'ai observé le même fait. On peut donc croire qu'à l'époque du trias, les terrains paléozoïques se trouvaient déjà fortement redressés dans la péninsule ibérique.

De ces terrains, le silurien inférieur est celui qui prend le plus grand développement dans la partie centrale, c'est-à-dire dans la Sierra-Morena, l'Estramadure et la province de Tolède. Le terrain dévonien l'accompagne, mais seulement en quelques points et en lambeaux, comme à Almaden, à Valdeazogues, à Cabeza-del-Bucy et à Herrera-del-Duque. De prime abord, on pourrait croire que, entremêlés ensemble, les deux terrains n'en forment qu'un seul, mais un tel jugement ne peut pas être admis, attendu les nombreux fossiles qu'après de longues recherches je suis venu à bout de réunir; car ce serait en opposition avec tout ce que l'on a observé dans d'autres régions, où les deux terrains se trouvent bien réglés et occupent ensemble de grands espaces. D'un autre côté, l'intercalation de portions ou de bandes dévoniennes dans le terrain silurien n'a lieu que lorsque les deux terrains se trouvent en couches forte-

ment inclinées ; de plus, elle ne se continue pas sur des distances considérables, et le terrain silurien reste seul occupant de grandes étendues. J'ai observé des intercalations apparentes semblables entre les terrains dévonien et carbonifère de la chaîne cantabrique, et je crois que ces accidents peuvent avoir lieu toutes les fois que le terrain sur lequel un autre s'est déposé se trouvait déjà redressé en partie et dégradé, et qu'ensuite les deux ensemble ont subi un nouveau mouvement. Le terrain silurien supérieur manquant dans la Sierra-Morena, du moins du côté du nord(1), et dans les montagnes de Tolède, le dévonien n'a pu se déposer qu'après une longue interruption, et l'on conçoit bien qu'il n'ait pu faire un tout avec le terrain silurien inférieur, s'accommoder à lui ni le suivre dans tous ses plissements. Étrangers en quelque sorte l'un à l'autre, on peut concevoir que le plus nouveau ait disparu par la dénudation presque tout entier, surtout dans les cas où il avait acquis peu de puissance.

D'un autre côté, ce ne sont pas seulement les fossiles qui nous forcent d'admettre dans cette région deux terrains au lieu d'un : ce sont encore les caractères des roches, examinées attentivement. Je commencerai donc par les exposer le plus complètement qu'il me sera possible.

Dans le terrain silurien, c'est le schiste qui est la roche la plus abondante. Souvent il est noir. Il y en a aussi de blanc qu'on emploie, en le délayant dans l'eau, pour blanchir les maisons dans plusieurs provinces. Plus communément, il est gris ou brunâtre, presque toujours tacheté par l'hydroxyde de fer. Il prend quelquefois les couleurs rougeâtre, jaunâtre ou blenâtre. On en voit aussi avec du mica argenté en très petites paillettes. Assez fréquemment, il perd sa structure caractéristique et il devient terreux. Ses feuilletés ne sont jamais droits ni très continus, et souvent ils sont fissurés en tous sens, et alors il est assez difficile d'en prendre la direction. Le schiste ardoisier, si commun dans le même terrain en d'autres régions de l'Espagne et hors d'Espagne, est une rareté dans la Sierra-Morena et dans les montagnes de Tolède. J'en ai vu seulement un peu à Castuera, où on l'appelle *pizarra de librilla* (schiste de livret), et encore ne se voit-il pas exempt de fissures transversales.

Tous ces schistes contiennent assez souvent dans leur masse des rognons sphéroïdaux ou ovalaires, quelques fois très durs et pyriteux, du moins au centre, d'autres fois assez tendres, formés de la matière même du schiste, avec une partie creuse au milieu. A Almaden,

(1) M. de Verneuil a signalé l'existence de couches ampéliteuses à *Cardiola interrupta*, à sept ou huit heures au N.-E. de Cordoue.

près du contact du cinabre, on en trouve dans le schiste noir qui ont jusqu'à un pied de diamètre, toujours avec de la pyrite de fer, et il n'est pas rare qu'ils contiennent aussi du cinabre en croûtes à l'extérieur. Dans les mines, je n'ai jamais vu les boules de diorite ou d'euphotide dont parle M. Le Play.

C'est dans les schistes que j'ai trouvé la plupart des fossiles siluriens. J'en ai vu même dans les couches blanchâtres, mais seulement à Herrera-del-Duque. Les Graptolites ne se trouvent que dans un schiste noir assez tendre, que l'on emploie quelquefois comme crayon, ou même pour des peintures grossières, en le délayant dans l'eau. Celui qui se trouve au contact du cinabre dans les mines d'Almaden contient aussi des Graptolites un peu effacés, que j'ai retrouvés aussi dans le prolongement de la même roche, un quart de lieue à l'ouest. Plus le schiste est doux, et plus ces fossiles deviennent rares et peu déterminables. Lorsque le véritable schiste à Graptolites tel qu'il existe à el Muyo se trouve converti en ardoise, comme à Serracin, dans la chaîne du Guadarrama, ces fossiles disparaissent presque complètement, car je n'y ai pu ramasser qu'un seul mauvais échantillon. Tous les Graptolites que j'ai vus en Espagne ne se rencontrent que dans les schistes, et seulement en empreintes. Avec eux, on voit souvent une petite Térébratule et un Orthocère, presque toujours écrasés; et cela non-seulement dans la Sierra-Morena, mais encore dans la chaîne du Guadarrama et dans les montagnes de Molina d'Aragon.

Un fait assez curieux, c'est que, entre Ciudad-Real et el corral de Caracuel, on voit des empreintes de Graptolites sur les rognons pyriteux dont j'ai parlé, qui se trouvent toujours couverts d'un enduit noir et luisant, et dont la forme est celle d'une lentille parfaite de 4 ou 5 centimètres de diamètre.

Le fossile le plus abondant du terrain silurien, c'est le *Calymene Tristani*. Lorsque les schistes sont fossilifères, il ne manque presque jamais. J'en ai ramassé depuis Nava entre Sierra, près du Tage, jusqu'à la Ballesterilla, près d'Almodovar-del-Campo, dans une étendue de 30 lieues, à peu près. Viennent ensuite l'*Orthis testudinaria*, peut-être aussi abondante que le *Calymene Tristani*, mais toujours en empreintes, un petit *Orthoceratites*, le *Bellerophon bilobatus*, le *Calymene Arago*, quelques moules de lamellibranches et de gastéropodes, le *Placoparia Tournemini*, des *Ilænus*, des *Dalmanites*, des *Asaphus* et des polypiers. Quelques espèces ne se sont encore rencontrées que dans une ou deux localités, comme le *Trinucleus Goldfussi*, que l'on trouve dans le Peralejo, au nord de Guadalmez, et l'*Orthoceratites duplex*, qui provient de Huerta-del-Llano, au nord de Chillon. On traverse quelquefois de grandes étendues sans voir un

seul fossile ; mais, dans quelques points, la roche s'en trouve pétrie, quoiqu'en moles et en fragments souvent indéterminables. Les mieux conservés sont les Trilobites, et néanmoins il est extrêmement rare d'en trouver un seul échantillon complet. La localité la plus riche est située sur les bords du Guadiana, dans les environs de los Pozuelos, tout près du pont nommé *Puente de las Ovejas*, à 3 lieues de Ciudad Real ; il est vrai de dire que c'est là seulement que j'ai fait faire quelques fouilles, en suivant l'exemple de M. Barrande, qui, dans la Bohême, nous a fait connaître tant de trésors. Parmi les échantillons que j'y ai ramassés, se trouve la *Calymene pulchra*, un *Lichas* nouveau, et quelques autres espèces qui seront décrites à la suite de ce mémoire par mes amis, MM. de Verneuil et Barrande.

Après le schiste, c'est le quartzite qui est la roche prédominante dans le terrain silurien. Presque toujours il est blanc, quoique assez souvent il soit tacheté de rouge par le peroxyde de fer, surtout le long des fissures de stratification ou des fentes transversales. Il est très dur et à grain très fin, traversé en beaucoup de points par des veines et des filons de quartz. Quelquefois il passe à un poudingue à très petits cailloux soudés si fortement qu'il est impossible de les séparer de la masse. A Puertollano, Abenojar et Luciana, et à Navade-Ricomalillo, dans les montagnes de Tolède, où il contient de l'or, ces cailloux sont plus gros, et alors ils se détachent plus facilement. Le quartzite qui se trouve au contact du schiste noir prend quelquefois alors la même couleur, et il est bien difficile d'expliquer comment, au milieu du même schiste et dans une petite distance, il y a des couches de quartzite noir et de quartzite blanc. L'un et l'autre prennent souvent une grande puissance, formant des crêtes assez élevées, très découpées lorsqu'ils sont en couches verticales. Jamais, dans ces quartzites durs et de grande épaisseur, je n'ai vu d'autres fossiles que des Fucoïdes, des Bilobites et autres végétaux très rares dont j'ai réuni déjà une collection assez intéressante (1). Mais ce sont les Bilobites qui abondent le plus, et il y en a peut-être de plusieurs espèces. J'en ai trouvé partout, à la Sierra-Morena et dans les montagnes de Tolède, et même dans la province de Madrid et dans celle de Salamanque. A Castuera, il y a une montagne de quartzite noir qui en est toute pétrie. Les Bilobites ne traversent jamais les couches, mais ils sont parallèles au plan de stratification. Quant aux Fucoïdes et autres végétaux, on observe que quelquefois ils les traversent perpendiculairement à ces surfaces. Si les Bilobites manquaient, je placerais encore ces quartzites dans le terrain silurien inférieur, parce

(1) Quelques-uns sont indubitablement terrestres.

que, dans les fissures de stratification, il y a très souvent quelques feuilletts de schiste que je ne peux pas séparer de ceux du même terrain. D'un autre côté, s'il y a de grandes masses ou bandes de quartzite, séparées nettement des schistes, d'autres fois, il y a des points où les deux roches paraissent présenter des alternances.

Ce n'est que dans les quartzites situés au milieu du schiste que l'on voit des fossiles animaux; mais alors on peut dire que c'est une autre roche, un grès assez tendre et souvent micacé. J'ai dit que le quartzite se voyait souvent tacheté par le peroxyde de fer: dans le grès dont je parle à présent, c'est l'hydroxyde du même métal qui le teint en jaune, comme on peut le voir à Almaden même, tout près de l'entrée de la galerie d'écoulement la plus profonde de la mine, où j'ai ramassé *C. Tristani*, *Placoparia Tournemini*, *Bellerophon bilobatus*, etc. A Valdezogues, j'ai trouvé dans le même grès *Trinucleus Goldfussi* avec des *Orthis* et des *Tentaculites*. Dans quelques points, il est assez tendre et même il passe au schiste. Dans ce cas, il contient des rognons de la même matière qui ne sont jamais durs. J'en ai vu un de forme sphérique, dont les couches, concentriques à l'extérieur, enveloppaient un autre rognon, sphérique aussi, mais formé de couches plates et parallèles.

M. Le Play dit que le calcaire manque presque complètement dans le territoire d'Almaden, et il ne l'a vu qu'à el Alamillo; on en trouve, au contraire, partout, dans le terrain silurien, de même que dans le dévonien, mais seulement en couches subordonnées, souvent cachées, qui ne forment jamais de grandes masses saillantes. Dans le terrain silurien, il ne se trouve que dans les schistes. Le plus souvent, il est de couleur grise. Le calcaire noir se voit entre Valdezogues et Fontanosas, et entre Brazatorlas et Veredas, tout pétri de *C. Tristani*, *Bellerophon bilobatus*, etc., et à Santa-Eufemia, où l'on s'en sert pour faire de la chaux grasse, très rare de ce côté-là de la Sierra-Morena. Souvent les fossiles manquent dans cette roche, à l'exception de quelques mauvais polypiers.

Maintenant je dois parler d'une localité, Los Cortijos de Malagon, à cinq lieues à l'O. de Fuente-del-Presno, et huit lieues au N.-O. de Ciudad-Real, où j'ai trouvé quelques fragments de Trilobites, sur lesquels j'ai appelé l'attention de M. Barrande, qui a cru y reconnaître un *Ellipsocephalus*, genre caractéristique de la faune primordiale. Los Cortijos de Malagon est un pauvre petit village composé de cabanes plutôt que de maisons, sans église, qui se trouve dans une plaine entourée de montagnes basses, et arrosée par une rivière que l'on appelle Humera, et qui se jette tout près de là dans le Bullaque. La roche qui contient les fossiles est un grès de couleur gris clair, très

tendre, et avec quelques paillettes de mica blanc argentin. Un autre grès de la même couleur, un peu plus foncé, l'accompagne; mais celui-ci n'a pas de fossiles. L'un et l'autre contiennent dans leur masse de petits cristaux cubiques de pyrite de fer très clairsemés. La direction des couches est N.-S. à peu près et le plongement de 40 ou 50° à l'E. Elles ne se trouvent pas souvent dégagées, et le diluvium empêche de les reconnaître presque partout. Ce lieu appartient à la province de Ciudad-Real; mais il se trouve dans les montagnes qu'on a appelées montagnes de Tolède. Je n'ai pas encore vu, dans le terrain silurien de l'Espagne, des roches et des fossiles semblables. Le diluvium empêche de voir le rapport de ces roches avec celles du terrain dominant dans cette contrée, et qui correspondent à l'étage D de M. Barrande. Toutefois, selon la coupe ci-dessous, on peut être presque sûr que les couches de los Cortijos de Malagon se trouvent à la partie inférieure.



- a. Couches de grès à *Ellipsocephalus*, dirigées N.-S. et plongeant de 40 à 50°.
 b. Diluvium.
 c. Grès grisâtre, tout pétri de petits Fucoides, parallèles ou perpendiculaires aux couches; celles-ci, d'abord presque horizontales, se relèvent peu à peu dans le même sens que les grès a.
 d. Quartzites à Bilobites, comme ceux d'Almadén, plongeant fortement à l'E.

C'est dans les quartzites indiqués par la lettre *d* que se trouve le *puerto de las Navas*, à une lieue au N.-E. de los Cortijos. Plus au N.-E., il y a une autre plaine couverte de diluvium; puis viennent ensuite des schistes où j'ai ramassé, du côté de Molinillo, des fragments d'*Asaphus*, et plus au N.-E., ou, si l'on veut, au N., une autre bande de quartzite avec des Bilobites, qui forme de ce côté la limite du terrain silurien, et au delà de laquelle, sans aucune autre roche intermédiaire, se trouve le granite d'Orgaz et de Ventas-con-Peña-Aguilera, qui se prolonge jusqu'à Tolède, accompagné souvent de gneiss et de calcaires métamorphiques.

En suivant la direction de l'est, à partir de los Cortijos, on marche pendant deux lieues sur du diluvium, qui recouvre les collines que l'on traverse jusqu'à la Casa del Emperador. Ensuite, jusqu'à Urda, à trois lieues et demie plus loin, on rencontre presque toujours du quartzite gris obscur et du calcaire noir tacheté de blanc assez métamorphique, dont la direction varie de N. — S. à N.-O. — S.-E., et où je n'ai pas trouvé un seul fossile, de manière que je ne saurais dire

à quel étage ce terrain appartient. Dans aucun autre lieu de la Sierra-Morena ou des montagnes de Tolède, on ne voit des masses aussi considérables de calcaire. En se dirigeant au S.-E., vers Fuente del Fresno ou Malagon, le terrain de los Cortijos s'étend, à ce qu'il paraît, jusqu'à deux lieues de distance, et c'est là qu'il faudra faire des recherches pour trouver de nouveaux fossiles, de même que dans la direction de Porzma et de la Torre de Abraham.

Dans le terrain dévonien, il y a très peu de schistes; ils sont subordonnés aux grès, et ne prennent jamais un grand développement. Leur couleur est gris jaunâtre, verdâtre ou rougeâtre. A Guadalperal, j'en ai vu aussi de noirâtres, mais assez différents de ceux qui ont la même couleur dans le terrain silurien, et qui sont plus foncés. Ils sont assez tendres et même terreux, et presque toujours sans fossiles. Ce sont les grès qui abondent le plus; mais ils ne sont jamais ou presque jamais aussi durs que dans le terrain silurien. Quelquefois ils sont blancs, plus ou moins jaunâtres ou grisâtres, ferrugineux, jamais noirs. On en trouve aussi de rouges avec peroxyde de fer, mais ce minerai y est moins abondant que dans les grès dévonien du versant sud de la chaîne cantabrique, du côté de la province de Léon, où il est largement exploité. En général, dans la Sierra-Morena, les roches dévoniennes sont bien plus ferrugineuses que les siluriennes. C'est dans les grès que se trouvent la plupart des fossiles caractéristiques de ce terrain. Les plus abondants, et dont la roche est quelquefois pétrie, sont les suivants: *Terebratula undata*, *T. Mariana*, espèce voisine de la *T. Eucharis*, *Spirifer Bouchardi*, *S. subspeciosus*, *S. Verneuilii*, *Productus subaculeatus*, *Leptæna Dulertrei*, et *Pleurodyctium problematicum*, comme on le voit à Guadalmes, Guadalperal, Vallenegrillo, Chillon, Puerto del Ciervo et Cabeza del Buey. Viennent ensuite plusieurs autres espèces, telles que *Orthoceratites vermicularis*, *Capulus cassideus*, *Grammysia Hamiltonensis*, *Mytilus dimidiatus*; plusieurs espèces d'Avicules: *Leptæna Murchisoni*, *Terebratula reticularis*, *T. concentrica*, *Spirifer heteroclytus*, *Dalmanites sublaciniata*, *Phacops latifrons*, *Homalonotus Pratoanus* et plusieurs autres. Guadalperal et Chillon sont les localités les plus riches. Dans les grès dévonien se trouvent aussi quelques Fucoides.

Les calcaires de ce terrain sont d'une couleur presque toujours grisâtre. C'est à Herrera-del-Duque seulement qu'il y en a de noirs avec des veines blanches de spath calcaire; dans l'un et l'autre cas, sans les fossiles, il n'est pas possible de les distinguer de ceux du terrain silurien. Les calcaires sont moins fossilifères que les grès. A Chillon, ils contiennent une grande *Acerularia* et autres polypiers,

à las Casas del Castillo, près de Castillejo, on a trouvé la *Terebratula Orbignyana*, à la Casa de la Vega, la *Terebratula Mariana* en grand nombre, à Herrera del Duque, un *Cyrtoceras* et un *Orthoceras*, des *Avicula* et le *Phacops latifrons*. Je dois faire ici une observation : c'est que dans cette dernière localité, la roche étant très dure, il faut presque toujours la calciner un peu pour pouvoir en arracher les fossiles. Le terrain silurien d'Espagne est beaucoup plus riche en Trilobites que le dévonien, comme partout ailleurs; mais, en général, celui-ci contient un plus grand nombre de coquilles fossiles, quoiqu'il ne se montre que sur des espaces très limités.

Je dois parler à présent d'une autre sorte de roches particulières au territoire d'Almaden, et auxquelles les mineurs ont donné depuis longtemps le nom de *pedra fraileasca* ou *pedra franciscana*, parce que le plus souvent elles ont la couleur de l'habit des Cordeliers (*frailes franciscos*), dont il y avait jadis un couvent à la porte du bourg. Quelquefois il est assez difficile de décider quel est le terrain auquel elles appartiennent, et c'est pour cela que je n'en ai pas voulu parler jusqu'à présent. Je n'ai jamais vu que les couches se prolongeassent à une grande distance. Ce sont des brèches ordinairement à fragments de schiste noir, quelquefois sans ciment apparent, d'autres fois avec un ciment de calcaire magnésien gris clair, mêlé de grains de sable et même des petits fragments de quartzite. Il y en a encore sans schiste et dont la masse est un quartzite noir tout parsemé de petits fragments de ce calcaire dolomitique dont je viens de parler. C'est à Almaden, presque au contact des couches cinabrifères, que se trouve la *pedra fraileasca* à ciment de calcaire dolomitique, avec des fragments de schiste noir foncé, très minces et non roulés, qui, quelquefois, ont 2 ou 3 décimètres de longueur. La roche, malgré la prédominance du calcaire, a une structure schisteuse en grand. Sa puissance est de plus de 50 mètres. On ne connaît pas ses limites en longueur, mais elle ne peut pas être de plus de 300 ou 400 mètres, et, probablement, forme une grande lentille, comme je le figure dans la planche VI, figure 2. Dans sa masse se trouvent beaucoup de druses tapissées de petits rhomboédres de dolomie de couleur blanc nacré. On a vu de ces druses qui avaient jusqu'à un mètre ou deux de largeur.

Les stalactites que produit cette roche dans les anciennes galeries sont de carbonate de chaux de couleur blanc de neige, où les réactifs ne m'ont pas donné un seul atome de magnésie. J'appelai sur ce fait l'attention de M. Danbeny, qui, en 1853, descendit avec moi dans la mine d'Almaden, et il me dit que jamais il n'avait trouvé de magnésie dans les stalactites des calcaires dolomitiques. Mais M. Thons-

thon a présenté à l'Association britannique réunie à Hull, en 1853, des échantillons d'un calcaire magnésien formé par dépôt, tout près d'une source à Neesham, sur la rive nord de la Fees, dans lequel il avait trouvé autant de magnésie que dans le calcaire dolomitique de Durlham; et il pense que tous ces calcaires ont été formés de la même manière, ce que je ne crois pas vrai, du moins dans toutes les circonstances, et ce que ne croirait pas, sans doute, le savant professeur d'Oxford.

A la mine d'Almaden, on voit quelquefois, au milieu du schiste noir, des couches isolées de calcaire magnésien blanc, d'aspect saccharin et homogène; ce ne sont que des lentilles, quelquefois très grandes, que l'on traverse par des galeries, et que d'autres galeries, à 30 ou 40 mètres de distance dans le sens vertical ou horizontal, ne traversent plus. On voit aussi le même calcaire en veinules et en petits filons au milieu de la *pedra frailesca*, et il n'est pas rare d'y trouver quelques petits cristaux de cinabre, ce que j'ai observé aussi en Asturies dans une mine de cinabre, près de Mières, où ce calcaire est encore plus pur et plus beau qu'à Almaden, quoiqu'il se présente au milieu du terrain houiller et tout près de la houille.

Une des deux seules localités où j'aie vu des fossiles dans la *pedra frailesca* se trouve un peu à l'ouest de Chillon, dans la *Noria nueva*. Ils sont presque méconnaissables, mais ils offrent un faciès plutôt dévonien que silurien, et d'un autre côté le terrain d'alentour est dévonien. La roche est un assemblage de fragments presque arrondis de calcaire gris blanchâtre, agglomérés par une matière schisteuse de couleur gris foncé. A Guadalperal, elle est dévonienne aussi, à en juger par le terrain au milieu duquel elle se trouve. C'est un calcaire gris verdâtre avec quelques petits fragments d'un schiste presque noir, très clair-semés. Je crois que la couleur du calcaire est due au mélaphyre ou à la serpentine qui doit se trouver à son contact et dont j'ai ramassé des échantillons au milieu des décombres et de l'humus qui couvrent le terrain. La *pedra frailesca* contient là quelques mouches ou veinules de cinabre, et l'on y a pratiqué des fouilles assez considérables du temps des Romains, à en juger par les médailles, les lampes, et autres ustensiles qu'on y a trouvés. Quoique les fossiles manquent dans la *pedra frailesca* d'Almaden, on peut croire qu'elle est silurienne, se trouvant au milieu du schiste silurien, et l'on peut dire la même chose du calcaire blanc saccharin dont j'ai parlé (1). A Valdeazogues, dans la mine de mercure de el Entredicho, la même roche est également silurienne parce qu'elle se trouve au

(1) Dernièrement j'y ai trouvé des Bilobites, et il ne peut plus rester de doute sous ce rapport.

milieu du même schiste qu'à Almaden, et, si l'on veut, parce qu'elle offre des caractères identiques (1). Hors du territoire d'Almaden, je n'ai pas vu de roches pareilles dans toute l'Espagne, et, il y a vingt ans, on les aurait appelées des *grauwackes* schisteuses, mot non moins barbare que celui de *pedra frailesca*. On ne les trouve jamais au milieu des quartzites, où l'on voit seulement des poudingues quartzeux, à gros et à petits éléments mêlés quelquefois avec des fragments de lydienne. Le feldspath manque toujours, comme dans la *grauwacke* du Hartz.

Malgré tout ce que j'ai dit sur les caractères des roches dévoniennes et siluriennes, quelquefois, si les fossiles manquent, on ne sait comment les reconnaître. Je n'ai jamais vu au juste, jusqu'à présent, où les unes commençaient et où les autres finissaient, et les lignes de séparation que j'ai tracées dans la petite carte géologique ci-jointe (pl. VI) sont un peu vagues. Je considère le schiste noir foncé ou blanc, de même que le quartzite noir et blanc, dur, rubanné ou tacheté de rouge comme siluriens. On peut encore dire que toute grande masse formée de schistes est silurienne, de même que les roches très chargées de fer sont dévoniennes. Hors ces cas, il faut beaucoup de réserve pour se prononcer sur l'âge de ces roches. Ma carte n'est qu'une première ébauche : dans tout ce qui se trouve marqué comme terrain silurien, il peut y avoir encore quelques lambeaux de terrain dévonian, à en juger par le faciès des roches, et dans les grands espaces marqués comme dévoniens, il peut se trouver de même quelques lambeaux siluriens ; mais, n'ayant pu y trouver de fossiles, j'ai cru que je devais laisser ce point pour être éclairci plus tard, si cela est possible. Voici un exemple :



a. Colline de quartzite sur laquelle est bâti Almaden.

a'. Schiste noir également silurien.

b. Autre colline au N., où est le puerto de los Enamorados, composée de grès blanc assez dur, avec fossiles dévoniens.

Les grès dévoniens se continuent plus au nord jusqu'au puerto del Ciervo. Entre a' et b, on voit des grès et des schistes jaunâtres sans fossiles, au milieu desquels il m'a été impossible de fixer la ligne de

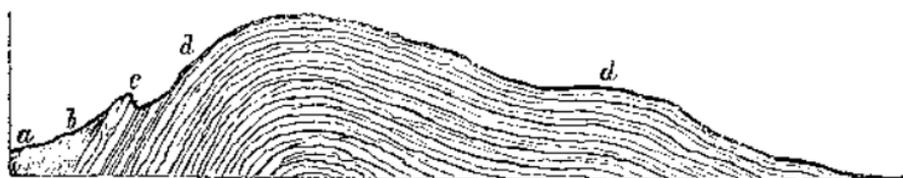
(1) La *pedra frailesca* du terrain dévonian est toujours un peu différente.

séparation des deux terrains. D'autres fois, c'est le diluvium ou la terre végétale qui empêche de voir cette ligne.

On peut dire aussi que le terrain dévonien n'atteint jamais une grande hauteur. Si quelquefois il s'élève un peu, comme au Puerto del Ciervo, au cerro del Buey, près de Guadalmes, etc., le plus souvent il se trouve assez bas. Les quartzites siluriens, bien plus durs, ont mieux résisté à la dénudation, et ce sont eux qui constituent les masses culminantes des montagnes de Guadalupe, dont le point le plus haut est à 1467 mètres au-dessus de la mer. Ce sont eux aussi qui couronnent, en formant de grandes murailles crénelées, ces innombrables collines ou cerros, parsemés dans une grande étendue du pays, et qui lui impriment une physionomie orographique si particulière.

Les terrains dont il s'agit ont été indubitablement formés par des sédiments déposés en couches horizontales; mais quels grands mouvements n'ont-ils pas dû subir postérieurement! Si, dans le reste de l'Europe, on a pu rétablir presque toujours l'ordre des couches dans les terrains paléozoïques, quoiqu'elles soient quelquefois fortement dérangées, cela est presque impossible en Espagne, où personne n'a essayé, jusqu'à présent, de faire une bonne coupe dans laquelle cet ordre soit bien établi.

Lorsqu'on marche pendant plusieurs lieues sur la trauche de couches fortement redressées, on admet, en général, qu'elles se répètent, ce qui résulte de ce qu'après leur formation elles ont été refoulées et plissées, et que la dénudation en a ensuite fait disparaître la partie supérieure. Mais en Espagne, cette dénudation a été si profonde que l'on ne voit presque pas de restes de ces plissements. Je n'en ai vu qu'un seul, qui se trouve sur le bord gauche du Javalou, une lieue avant sa jonction avec le Guadiana. En voici une esquisse.



- a.* Schiste rougeâtre.
b. Schiste noir ampéliteux à Graptolites.
c. Banc de quartzite blanc.
d, d. Couches minces de grès noir assez dur, alternant avec des schistes de la même couleur.

Le diluvium couvre le terrain d'alentour, et cette coupe n'ayant que 15 mètres de hauteur, à peu près, ne nous apprend rien. Si, en admettant que les couches se trouvent répétées, nous tâchons de les retrouver dans une position symétrique, nous ne

sommes guère plus heureux dans nos efforts. Le schiste, qui est la roche dominante, et à laquelle on peut dire que les autres sont subordonnées, varie d'un lieu à l'autre. Les bandes de *pedra frailesca* et de calcaire, qui sont presque toujours assez étroites, ne présentent pas une grande longueur, ce qui veut dire que, dans le sens transversal, elles n'ont pas acquis non plus une grande continuité. Aussi je n'ai pas pu m'assurer de leur répétition. On pourrait croire que les bandes de quartzites, qui sont les plus apparentes, devraient être de plus d'utilité : mais ces bandes finissent toutes aussi en longueur, les unes plutôt que les autres, quoiqu'il y en ait qui s'étendent à plusieurs lieues ; et, lorsqu'on cherche celles qui pouvaient se correspondre, on ne peut pas être sûr de leur identité, parce que leur puissance diffère souvent considérablement, de même que les caractères de la roche. Il y a aussi des bandes ou des masses de quartzite que l'on ne sait où classer, comme celles des environs de Tembleque, celles d'Alcazar de San-Juan et autres, au centre de la Manche. Où vont reparaître ces trois bandes de quartzites siluriennes que l'on voit à Almaden, séparées entre elles par d'autres bandes schisteuses, siluriennes aussi ? Il faut marcher une lieue au sud, jusqu'au castillo de Asnaron, et trois lieues au nord, derrière Gargantiel, pour trouver les mêmes quartzites ; mais, dans un lieu comme dans l'autre, les bandes schisteuses intermédiaires manquent tout à fait, de même que celle de quartzite noir, en partie pénétrée de cinabre, qui se trouve sous le bourg même d'Almaden. Dans ce dernier lieu on atteint dans la mine une profondeur de 250 mètres au-dessous du bourg, et 370 mètres, à peu près, au-dessous des crêtes de la chapelle de Nuestra Señora del Castillo, et l'on ne voit pas encore le moindre indice que les couches, qui s'enfoncent presque verticalement, commencent à se replier d'un côté ou de l'autre. Combien de mètres faudrait-il creuser encore pour voir en dessous ce qu'on n'a presque jamais vu encore en dessus ? Je l'ignore ; et, qu'on me permette de le dire, il serait bien possible que, par en bas aussi, les couches se trouvassent interrompues et sans correspondance les unes avec les autres.

C'est une chose assez notable que la tendance des terrains paléozoïques de l'Espagne à se présenter en couches verticales et fortement inclinées. J'ai vu, près de Honrubia, dans la province de Ségovie, le gneiss en couches horizontales, de même que le schiste micacé à Puertomarín, en Galice, où il forme une plaine assez grande, traversée par le Miño, tandis que dans les terrains siluriens, je n'ai pas pu observer encore la même disposition d'une manière tant soit peu continue. Un autre fait m'a frappé aussi, c'est que le terrain gneis-

sique contient autant de calcaire au moins, dans les provinces de Madrid, Tolède et Avila, que les terrains silurien et dévonien du centre de la Péninsule.

Comme on devait s'y attendre, le redressement des terrains qui nous occupent a été accompagné d'accidents divers. Ici on voit que les couches ont été comprimées latéralement dans le sens de la direction, ce qui a produit des plissements singuliers; là, ce sont des bandes interrompues, comme si elles eussent été étirées fortement, et en même temps rejetées quelquefois en avant ou en arrière. Souvent on trouve dans la *pedra frailesea* des fragments de schiste très minces et non roulés d'un ou deux pieds de longueur; et il est assez difficile d'expliquer de quelle manière la roche primitive a été réduite en pièces pour former une autre roche sur place. Au milieu des quartzites, j'ai vu des tronçons de schiste, et au milieu de cette dernière roche, on observe aussi quelquefois de grands blocs irréguliers de calcaire ou de quartzite. Les feuilles du schiste enveloppent ces blocs, de même que les rognons de pyrite dont j'ai précédemment parlé, ce qui indique que la roche n'a pris la structure qui la caractérise que postérieurement à la production de tous ces accidents. Je ne dois pas omettre non plus que j'ai vu aussi des tronçons de quartzite en travers des feuilletés du schiste.

Le temps n'est pas venu de pouvoir traiter des soulèvements qui ont successivement ridé la surface de l'Espagne. Avant tout, il faudrait pour cela avoir une bonne carte géographique, laquelle, on peut le dire, est encore à faire. Dans une région qui a subi tant de mouvements, et où les directions primitives ont dû être modifiées si profondément, il arrive souvent que l'on ne sait que résoudre sous ce rapport; et si deux géologues, sans être préoccupés d'avance par des idées systématiques, se mettaient à parcourir chacun de leur côté la Sierra-Morena et les montagnes de Tolède la boussole à la main, suivant des lignes différentes, et qu'ensuite ils vissent à se réunir pour comparer leurs observations, je suis presque sûr que les directions moyennes de l'un différeraient assez de celles de l'autre. Du cap de San-Vicente à la ville d'Alcaraz, et du Guadalquivir jusqu'au Tage, il y a un vaste ensemble de chaînons et de chaînes, composé de terrains anciens presque exclusivement, les unes plus étendues que les autres, qui se dirigent vers tous les points de l'horizon et qui ont des noms différents, qu'il serait assez difficile de retenir dans la mémoire, tant elles sont en grand nombre. Quelquefois ce ne sont que des bandes saillantes qui souvent font des arcs et des angles. La direction de la ligne tirée du cap de San-Vicente à Alcaraz va à peu près de l'E. 16° N. à l'O. 16° S.; mais j'ai trouvé dans les chaînes partielles des

directions différentes qui oscillaient entre le nord et l'ouest plutôt qu'entre le nord et l'est, surtout dans les montagnes de Tolède. Le Guadiana traverse tout le territoire dont je viens de parler avant d'entrer en Portugal, et sépare ces dernières montagnes de la Sierra-Morena. Malgré les grands détours qu'il fait, en coupant souvent à pic le terrain dans une grande hauteur, on peut dire qu'il présente trois directions générales, qui, peut-être, correspondent à autant de soulèvements, seulement dans la Sierra-Morena. Un temps viendra où la géologie de l'Europe sera presque complètement connue, alors qu'il y aura encore dans les terrains de l'Espagne beaucoup de faits à éclaircir, beaucoup d'énigmes à déchiffrer.

Roches plutoniques.

Il y a plusieurs sortes de roches de cette espèce dans le territoire d'Almaden, et leur apparition s'est effectuée dans des époques différentes; car on ne peut pas dire que les granites, les mélaphyres et les porphyres trachytiques aient le même âge. Dans la grande étendue qu'embrasse la Sierra-Morena, le granite se voit en beaucoup de lieux. Quelquefois il occupe de grands espaces, comme à Linares à l'ouest de Bailen, près de Guadalcanal dans la province de Séville, à los Pedroches dans celle de Cordoue et surtout dans l'Estramadure. D'autres fois, il se trouve en petits îlots, comme entre Garlitos et Chillon, entre Cabeza del Buey et Peñalsordo, entre Fontanosas et Almodovar del Campo, un peu à l'est de Valdepeñas, à Arroba, à Anchuras et à Villar de Sobrepeña, village qui se trouve entre le Tage et la Sierra de Guadalupe. M. Le Play a colorié, dans sa petite carte géologique, la sierra de Guadalupe, comme étant formée de granite, parce qu'on le lui avait dit; mais je n'ai vu là que le terrain silurien avec des *Bilobites*, des *Calymenes*, des *Ilænus*, etc. Quelquefois le granite se trouve aussi en filons, comme au centre de la Serena, grande plaine formée de schistes siluriens, très renommée par ses pâturages, et à Castuera, où ces filons ont été observés par M. le général Francisco de Lujan, et où ils présentent la même direction que la roche encaissante, qui est composée de schiste silurien; enfin on en connaît aussi à Villar, à deux lieues de Puente de Arzobispo.

Dans toute la Sierra-Morena, on ne voit pas que le terrain gneissique accompagne le granite, comme dans la chaîne de Madrid et dans quelques points des montagnes de Tolède, et, d'un autre côté, il n'a pas produit d'altération dans les roches encaissantes, ou du moins, si l'on en voit, elle est très faible. Sa composition est presque toujours très uniforme. Quelquefois il prend la structure porphyrique,

comme à los Pedroches; d'autres fois, il est accompagné d'un porphyre euritique à fond presque noir, comme celui de la chaîne de Madrid, où il est très abondant, ou d'un porphyre avec feldspath, comme au moulin de la Vibora, près de Garlitos. C'est seulement à Fontanosas et à la Ballestera que l'on voit plusieurs îlots très petits, d'un granite particulier, que je n'ai jamais rencontré, ni dans la Sierra-Morena, ni dans aucun autre lieu de l'Espagne. Sa couleur est grisâtre; il est porphyrique, à petits cristaux blancs que je crois d'oligoclase, et il contient aussi de la pyrite en prismes hexagonaux extrêmement petits. Il n'a presque pas de quartz, et le mica s'y présente en lames de couleur rouge. Souvent les cristaux d'oligoclase, assez blancs, sont à l'état de kaolin. Il contient aussi quelques parties minimes de grenat, quoique rarement. Je n'ai jamais vu de granite doué d'une si grande ténacité, et c'est pour cela que je crois que l'oligoclase, qui est assez difficile à casser, entre dans la composition, non-seulement des cristaux isolés, mais aussi de la masse même, de manière qu'il est très difficile d'en séparer, avec le marteau, des fragments d'un format régulier. Il me semble que cette roche est assez moderne, et peut être du même âge que les porphyres trachytiques de la contrée, dont je parlerai bientôt, proposition qui paraîtra hasardée à quelques géologues, mais qui sera peut-être écoutée plus favorablement par ceux qui ont étudié les trachytes de l'Amérique du sud.

Une roche qui forme beaucoup d'îlots dans le territoire d'Almaden, c'est une hypérite granitoïde, où l'albite se présente assez souvent en longs cristaux de couleur blanche ou blanc verdâtre. Près du Puerto del Ciervo, elle se trouve en grandes masses décomposées d'une couleur ocreuse, avec beaucoup de blocs arrondis de la même roche, qui ont échappé à la décomposition, accident que l'on voit plus souvent dans le granite; mais cette décomposition ne s'est pas communiquée à l'épidote qui remplit en quelques points les fissures de la roche.

Le mélaphyre, avec des caractères très variés, se voit très fréquemment dans les environs d'Almaden, surtout du côté de Chillon et du Puerto del Ciervo, à Almadenejos, à Guadalperal, à la Ballestera, à Herrera del Duque, à Cabeza del Baey, etc. Assez souvent, il contient de petites amandes de quartz, quelquefois entourées d'un enduit ou d'une petite zone verte, qui est de la chlorite ferrugineuse, selon M. Delesse, à qui on doit tant d'intéressants travaux sur les roches, et qui a bien voulu m'éclairer sur quelques échantillons de cette localité. Il y a encore d'autres variétés de mélaphyre, où la chlorite forme elle-même des noyaux. D'autres fois, ces noyaux sont de calcaire

blanc ou blanc verdâtre. Ils sont souvent aussi petits que du plomb de chasse, et alors ils sont parfaitement sphériques. Il y en a aussi qui sont de fer carbonaté, spathique ou terreux. Quelquefois le quartz forme des veines entrelacées de même que le calcaire, et celui-ci vient souvent remplir les fissures de la roche. Dans quelques lieux, elle laisse voir le labrador en parties bien distinctes. Le porphyre *verde antico*, qui, pour quelques auteurs, est un ophite, n'est, pour M. Delesse, qu'un mélaphyre, et se trouve à Chillon avec d'autres différentes variétés de la même roche. Il est très beau et susceptible de poli. Quelques variétés contiennent aussi de la serpentine et plus souvent de l'épidote. On trouve encore à Chillon un mélaphyre presque noir, à pâte homogène, qui fait effervescence avec les acides, et qu'à son aspect on pourrait prendre pour un basalte. Cette dernière roche est très abondante dans la Sierra-Morena, à l'est, à l'ouest et au nord d'Almaden ; elle est presque toujours celluleuse et contient beaucoup de péridot, ce qui n'a pas lieu à Chillon. Pour bien étudier les roches, il faut le faire sur place : c'est alors que s'éclaircissent souvent les doutes et les incertitudes que l'on a dans le cabinet. Voilà pourquoi je rénnis dans la carte géologique, avec une même couleur ou un même signe, les roches à hyperstène, celles à épidote et les mélaphyres qui offrent des passages les unes aux autres, et qui sont du même âge. Près de Chillon, j'ai trouvé aussi du spilite.

La leucostite, qu'on appelle dans le pays *pedra de Montejicar*, du nom du lieu où elle se trouve le plus abondamment, au sud de Gargantiel, et qui se présente aussi à las Casas del Castillo, non loin d'Almadenejos, forme quelquefois des colonnes à quatre, cinq ou six pans, ou verticales, ou à peu près horizontales, au milieu de la roche massive, qui, le plus souvent, montre la structure en grand du granite. C'est une roche porphyrique, de couleur gris rougeâtre, qu'on emploie dans la construction, et où je n'ai jamais vu de cellules. Elle contient assez de mica bronzé et de petits cristaux de feldspath rouge, isolés au milieu de la masse, qui est aussi feldspathique. On y voit des grenats très clair-semés, et quelques petits rognons d'hyalite extrêmement rares, minéral assez abondant dans une *caldera* qui se trouve au milieu des trachytes de Nijar, près de la sierra de Gata, dans la province d'Almeria. C'est un véritable porphyre trachytique, de même qu'un autre qui se trouve plus fréquemment dans ce territoire, et dont la couleur est blanc grisâtre, quelquefois un peu verdâtre, avec des cristaux de feldspath blanc parsemés dans la masse. On emploie aussi cette roche dans la construction ; mais les cristaux de feldspath se décomposent facilement, et la surface est criblée de

petits trous. Ce porphyre contient aussi des cristaux de quartz, et il n'est pas celluleux. Ce qui est assez remarquable, c'est qu'il est métallifère comme à Garlitos, où il contient quelques filons de galène argentifère. Le même fait s'observe aussi dans les trachytes d'Almazarron et de la Sierra de Gata, où, depuis le temps des Romains, on a exploité et l'on exploite encore des filons de galène. J'en ai observé, à la sierra de Gata, de 6 mètres de puissance, et dont la masse est presque toute composée de quartz compacte. A Garlitos, on trouve souvent des fragments de schiste noir silurien très bien conservés au milieu du porphyre. On peut dire que dans la Sierra-Morena, les différentes roches plutoniques n'ont presque pas produit d'altération dans les roches stratifiées qu'elles ont traversées. Je dois aussi faire remarquer que le basalte n'accompagne pas ces porphyres trachytiques, et que, là où il se trouve dans la Sierra-Morena, il est toujours seul. Ce sont des roches qui s'excluent les unes les autres dans toute l'Espagne. Pour ce qui regarde son âge près de Ciudad-Real, on voit que le basalte est de l'époque miocène, s'il n'est plus moderne. Les porphyres trachytiques d'Almaden sont probablement plus anciens.

Gîtes de mercure.

Ce n'est que dans l'espace compris entre Almaden, Chillon, Gargantiel et Valdeazogues que l'on rencontre des minerais de mercure. Il y en a peut-être dans cinquante points différents; mais les gîtes de quelque importance sont en petit nombre. Ils se trouvent presque toujours dans les roches sédimentaires; et, après de longues recherches, j'ai pu m'assurer, non-seulement par les caractères des roches, mais par ceux des fossiles, qu'il y en avait et dans le terrain dévonien et dans le terrain silurien. Il est vrai que je n'ai pas vu un seul fossile dans la masse même du minerai, comme on en voit à Idria. Toutefois, dans quelques points, je les ai ramassés dans les couches mêmes qui contiennent du cinabre, comme à Guadalperal, dans le cerro del Hinojo, où le mercure se trouve dans un grès abondant en fossiles dévoniens, et à Valdeazogues, où il est dans une couche calcaire avec des fossiles également dévoniens. Ce n'est que dernièrement que je suis venu à bout de trouver des fossiles dans la mine même d'Almaden, et ce sont seulement un Bilobite dans la *piedra frailesca*, et des Graptolites dans le schiste noir, comme je l'ai déjà dit. En dehors, mais tout près de la mine, j'ai été plus heureux. Dans la direction même du gîte, du côté de l'ouest, il y a des carrières de quartzite et de grès aux portes du bourg, où j'ai vu une grande quantité de Bilobites. Dans les grès et les schistes du côté du

sud, les Trilobites de l'époque silurienne abondent. Il y a à Almadenejos des gîtes de mercure dans des roches en tout identiques avec celles d'Almaden. Il y en a deux autres à Valdeazogues, et un autre à las Cuevas, près de Gargantiel. Je n'ai pas vu de fossiles dans les mines mêmes; mais il y en a beaucoup tout près d'elles et dans les mêmes roches. Le gîte de Guadalperal se trouve dans une *pedra fraileasca* qui n'a pas de fossiles et qui a été un peu altérée par le métamorphisme; mais tout autour il n'y a que des roches dévoniennes très fossilifères. Toutefois il faut reconnaître que c'est dans le terrain silurien seulement que le mercure se trouve assez abondamment et en gîtes exploitables.

Maintenant voyons si l'on peut savoir à quelle époque a eu lieu l'apparition des minerais de mercure dans cette contrée. Incontestablement ils ne sont pas contemporains du dépôt des couches siluriennes et dévoniennes. Tout ce que l'on sait s'y oppose. Et d'un autre côté, ne serait-il pas assez extraordinaire qu'il y eût du mercure silurien et du mercure dévonien seulement dans un petit territoire et presque en contact, comme à Valdeazogues? Pour tous les géologues, le mercure, de même que les autres métaux, est une matière qui provient de l'intérieur de la terre. Dans le territoire d'Almaden on trouve beaucoup de roches qui ont cette même origine, comme nous l'avons vu. Ces roches ont apparu à la surface à des époques diverses; car on ne peut pas dire, je crois, que les granites de los Pedroches, de Garlitos et de la Muela de Quejigares, soient du même âge que les porphyres trachytiques de Gargantiel, del Peralejo, ou les mélaphyres de Chillon et de la Ballestera. L'apparition de quelqu'une de ces roches est-elle concomitante avec celle du mercure? On peut le croire, mais j'ai cherché en vain pendant longtemps des faits à l'appui de cette opinion dans les gîtes exploités. Jamais je n'y ai vu de roches plutoniques en rapport avec les minerais. Toutefois, dans ces dernières années, on a trouvé du mercure à l'état métallique au contact du mélaphyre de Chillon avec le grès, et l'on y a même ouvert un puits de 12 ou 13 mètres de profondeur, que l'on a abandonné ensuite, il est vrai, après avoir ramassé quelques kilogrammes de métal. Mais ce puits se trouvant dans la basse-cour d'une maison et n'y ayant pas vu de cinabre, j'ai quelque soupçon, par ce que j'ai observé dans d'autres points, que le mercure à l'état métallique peut être du mercure volé, caché sous terre il y a longtemps, et infiltré dans les fissures du terrain. Cette question reste donc encore à décider.

Ce n'est pas en filons que se trouvent les minerais de mercure, mais ils pénètrent d'une manière spéciale, comme matière secondaire

et d'origine postérieure, les couches du terrain et presque exclusivement le quartzite. Il est assez remarquable que, lorsqu'ils se trouvent en filons, c'est seulement comme subordonnés à d'autres métaux et en petite quantité. Les gîtes les plus connus et les plus importants sont en couches, comme à Almaden, à Idria, à Guancavelica, au duché de Deux-Ponts, dans le Palatinat, en Hongrie, en Toscane et en Asturies. Dans le territoire d'Almaden, je ne connais qu'un point situé à une lieue au nord du bourg où le cinabre existe en filons, mais il y est en parties minimes et seulement à la surface. Ce filon, au reste, est de galène et assez pauvre.

Il fut un temps où l'on croyait que tous les métaux se trouvaient seulement en filons; mais à présent on a d'autres idées. En ne parlant que du fer, plus abondant dans la nature que tous les autres métaux ensemble, ses minerais, du moins les plus abondants, les plus purs et les plus recherchés, se trouvent en couches, sinon en amas d'origine plutonique. Ce n'est pas à dire qu'il n'y ait aussi des filons de fer; au contraire, il y en a beaucoup, mais le fer alors y est presque toujours combiné avec d'autres substances.

On ne sait comment expliquer cette particularité du mercure, de ne se présenter guère que dans des couches stratifiées, où il s'est infiltré de bas en haut. Je dois dire que cette infiltration a été accompagnée d'autres phénomènes. Elle s'est effectuée toujours le long des couches et jamais en travers. En même temps elle a été compliquée par des effets de substitution, comme on peut le voir, si l'on soumet au feu des fragments de quartzite cinabrifère. Lorsque le mercure et le soufre ont été expulsés, la roche s'offre à la vue comme une scorie ou une masse cariée, qui souvent ne peut se soutenir et se réduit en sable en tout ou en partie. D'autres fois il ne reste rien, ce qui se voit quand le cinabre est complètement pur, comme cela arrive souvent. Qu'est devenue la matière du quartzite qui manque aujourd'hui et qui assurément ne manquait, ni à l'époque du dépôt primitif des couches, ni après les fortes pressions qu'elles durent subir dans leur redressement? Je crois qu'on ne peut expliquer ce fait qu'en admettant qu'il y a eu ici des forces électro-magnétiques en action, phénomène qui a été très fréquent dans tous les âges géologiques, et qui peut encore se continuer de nos jours.

Cette substitution a eu lieu, non-seulement dans le quartzite, mais quelquefois aussi dans le schiste, surtout aux mines d'Almadenejos. Et il faut remarquer qu'il y a eu ici une sorte d'assimilation minérale; car dans le schiste noir le cinabre est aussi un peu schisteux et de couleur rouge sombre, tandis que dans le quartzite il est rouge écarlate et grenu ou lamellaire. Si, dans le siècle dernier,

quelqu'un se fût avisé de dire que le cinabre, dans ces cas, n'avait pas été formé par voie de sédiment et en même temps que les roches où il se trouve, personne ne l'aurait cru, ce qui ne doit point nous surprendre.

Dans les mines profondes, comme celles d'Almaden et d'Almadenejos, on a observé que la loi qui préside à la richesse des couches n'était pas la même. A Almaden le minerai a toujours augmenté au fur et à mesure qu'on approfondissait les travaux. Dans les deux mines d'Almadenejos, c'est à la partie supérieure qu'on a trouvé la plus grande richesse; en bas il y a très peu de minerai; toutefois celui-ci n'a pas disparu complètement, et l'on peut avoir quelque espérance de le retrouver encore.

Avec le mercure, on ne voit pas dans ces gîtes d'autres métaux; et même le fer, si ce n'est à l'état de pyrite, manque presque complètement. C'est un fait qui avait été observé il y a déjà un siècle et demi par A. de Jussieu, lors de son voyage en Espagne. Werner et M. A. Burat ont appelé aussi l'attention des géologues sur l'isolement de ce métal. En général, les minéraux métalliques en couches se trouvent toujours isolés, et c'est dans les filons qu'on les voit le plus souvent mêlés les uns avec les autres. Pour ce qui regarde le mercure, cet isolement est plus prononcé; et si dans les laboratoires on le voit se combiner facilement avec la plupart des autres métaux, quelquefois même à froid, dans la nature cette affinité se convertit, je ne dirai pas en répulsion, mais du moins en indifférence. Si quelquefois, même dans de véritables filons, les minerais de mercure se trouvent avec d'autres métaux, on peut dire que ce n'est qu'accidentellement et en petite quantité. Ce n'est pas de cette manière que se comportent, l'un avec l'autre, l'or et l'argent, l'argent et le plomb, l'étain et le tungstène, le nickel et l'arsenic, etc.

Si le mercure, dans ses gîtes, laisse apercevoir quelque affinité, ou, si l'on veut, quelque propension pour une autre substance, c'est vers les matières charbonneuses ou bitumineuses. A Almaden, à Almadenejos, à Valdezogues et à las Cuevas, près Gargantiel, c'est-à-dire dans les mines les plus riches, le schiste noir, quelquefois tachant les doigts, lui est associé.

Je pense même que c'est à l'absence de ces roches dans le terrain dévonien d'Almaden, et à leur présence dans le terrain silurien, qu'il faut attribuer la plus grande richesse de celui-ci en mercure. La même affinité s'observe aussi à Idria, à el Durazno (Mexique), où l'on voit des fragments de houille au milieu du gîte, selon Bustamente, et aux Asturies, où moi-même j'ai ramassé des échantillons avec du cinabre et de la houille ensemble, sans que celle-ci se trouve

aucunement altérée, ce qui semble indiquer que l'introduction du cinabre s'est faite sans une forte température.

La figure 2 de la planche VI représente la disposition du minerai et des différentes roches dans la mine d'Almaden, qui est la principale de toutes. La figure 1^{re} est une petite carte géologique du pays environnant (1).

M. Rozet fait la communication suivante :

Mémoire géologique sur les Alpes françaises.

Le grand massif couvert de neiges et de glaces éternelles dont le mont Pelvoux, élevé de 4,400 mètres au-dessus du niveau de la mer, forme le centre, compris entre les parties supérieures des vallées de la Romanche, du Drac et de la Val-Louise, est constitué par un ensemble de roches granitiques et granitoïdes sur lesquelles s'appuie une écorce fracturée de gneiss talqueux passant souvent au talcschiste et au micaschiste. N'ayant point exécuté de travaux géodésiques sur les sommets de ce massif, je n'ai pu consacrer que peu de temps à son étude; c'est pourquoi je demande à M. Elie de Beaumont la permission de le faire connaître par des extraits des remarquables mémoires qu'il a publiés sur cette curieuse contrée depuis l'année 1828 (2).

Suivant ce célèbre géologue (3) : « Les masses granitiques et gneissiques sont rangées, dans le massif, suivant une portion de cercle, et, se touchant par leur base, présentent un ensemble d'une certaine régularité. La roche dominante est un granite talqueux, ou protogine, riche en quartz, et offrant deux espèces de feldspath, l'une d'un blanc verdâtre, presque compacte, l'autre d'un blanc rose, ou d'un rouge violacé et toujours assez bien cristallisée.

» Dans ces montagnes, le granite ne présente pas de stratification, mais une sorte de clivage suivant des surfaces courbes parallèles aux surfaces extérieures des masses, en même temps

(1) M. de Verneuil étant sur le point de partir pour l'Espagne, la suite du Mémoire ne paraîtra qu'au mois de juillet prochain.

(2) *Sur un gisement de végétaux fossiles et de graphite* (*Annales des sciences naturelles*, décembre 1828).

(3) *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans* (*Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris*, t. V. Paris, 1834, chez Roret).

qu'une division prismatique produite par des fentes sensiblement verticales.

» Dans toute cette contrée, le gneiss est beaucoup moins abondant que le granite ; sur quelques points, on remarque une liaison intime et des passages insensibles entre le granite et le gneiss ; les couches de cette roche paraissent partout en appui sur des masses granitiques. Près de Chaufrant, le gneiss devient presque compacte, et passe ainsi à une sorte de schiste argileux vert. Cette roche, qui paraît être moins abondante que la protogine dans l'intérieur du massif, domine, au contraire, sur le pourtour extérieur. Elle prend quelquefois une texture granitoïde, sans perdre entièrement sa disposition schisteuse, et se trouve souvent coupée par des filons d'une protogine à petits grains, empâtant des fragments anguleux du gneiss. Celui-ci contient souvent des couches d'une roche amphibolique schisteuse, traversée par de petits filons feldspathiques qui s'entrecroisent de manière à donner à la roche l'aspect d'une brèche. Le même gneiss, présentant les mêmes passages, constitue les pointes extérieures des montagnes primitives du Lauzet, du Monestier et de la Val-Louise. Le fond du vallon de Beauvoisin, qui conduit d'Entraigues et de la Val-Louise au col du Haut-Martin et à Champoléon, est creusé dans un gneiss dont l'élément foliacé est vert, et paraît devoir être rapporté au talc plutôt qu'au mica. Ce gneiss passe au schiste feldspathique vert presque compacte ; il a de grands rapports avec le gneiss qui constitue le petit groupe primitif du mont Viso.

» Le grand Pelvoux paraît formé par une grande écaille de gneiss qui sort de dessous les couches à Nummulites. La montagne des Agniaux, formée de gneiss, présente une sorte de clivage ou une disposition stratiforme si prononcée, qu'en la voyant de profil des environs des Vigneaux, on la croirait calcaire. Du côté du Monestier de Briançon, les escarpements de cette même montagne, bien que formés de gneiss, offrent des indices de stratification aussi marqués que s'ils étaient calcaires.

» Il est remarquable que depuis le vallon de Beauvoisin, qui conduit de la Val-Louise et d'Entraigues au col de Haut-Martin et à Champoléon, jusqu'au Casset, le gneiss sorte immédiatement de dessous le système à Nummulites, ce qui suppose que dans la profondeur les couches primitives coupent celles du terrain jurassique, sur lequel le groupe à Nummulites repose dans toute la contrée, présentant ainsi, par rapport à elles, sur une très grande longueur, la même disposition que la masse d'un filon par rapport aux roches dans lesquelles il est encaissé. Sur le flanc sud du

vallon de Beauvoisin, le gneiss, qui ne s'élève qu'à une centaine de mètres au-dessus des eaux du Torrent, est immédiatement reconvert par un système très épais de couches secondaires, qui, par la constance de leur faible épaisseur, par leur régularité et par la manière uniforme dont, sur une très grande hauteur, elles se présentent dans les escarpements, rappellent complètement celles des cimes qui dominent Barcelonnette et Embrun, celles des montagnes du Dévolny, au nord de Gap, et celles du mont Pilat, en Suisse. Ce système de couches présente ici une très grande puissance, et porte des glaciers sur sa pente N.-O., qui descend dans le vallon de Beauvoisin.

» Au-dessus de la pointe de Clonzis, il existe une sorte d'enchevêtrement des roches primitives et des couches secondaires. A gauche de ce point, les roches primitives présentent un Z (pl. VII, fig. 1), une espèce de dent qui s'avance horizontalement entre des couches secondaires qui les recouvrent et des couches secondaires qui s'insèrent dessous. Ces dernières se prolongent indéfiniment vers la droite, mais elles se terminent vers la gauche, suivant une ligne verticale au delà de laquelle on ne voit à la même hauteur que des masses primitives (gneiss?).

» Près de la Grave et de Champoléon, en deux points éloignés l'un de l'autre de 3 myriamètres et demi, le contact des roches primitives et des couches jurassiques s'effectue avec des circonstances encore plus remarquables que celles que je viens d'indiquer (fig. 2).

» Un peu au nord du hameau des Freaux, près la Grave, au-dessus d'un coteau cultivé qui borde la vallée de la Romanche, s'élèvent des escarpements dont la partie inférieure est formée de gneiss, de granite à petits grains et de roches amphiboliques schisteuses. Sur leur surface repose un grès très dur, à peine stratifié, dont les éléments sont réunis par un ciment de spath calcaire. Immédiatement au-dessus de cette roche arénaquée se trouve un calcaire gris subsaccharoïde, d'un grain très serré, qui se fond avec le grès au point de contact avec lui, et qui ne présente qu'une faible épaisseur; il est bientôt remplacé lui-même par un calcaire saccharoïde d'un grain plus lâche, qui forme un banc puissant. Ce dernier est recouvert par une assise d'un schiste noir très fissile, sur lequel repose un calcaire compacte gris, schistoïde, dont les strates sont couverts d'un enduit micacé ou talqueux, d'un gris argenté, soyeux à la vue et au toucher. Ce calcaire contient un grand nombre de Bélemnites et d'Eocrines, dont les espèces, difficiles à déterminer rigoureusement, sont évidemment les mêmes

que celles que j'ai indiquées ailleurs à Roselen, pied S.-O. du groupe du Mont-Blanc, à Petit-Cœur, en Tarentaise, à la Frey, département de l'Isère, etc. Cet ensemble de couches fait partie du système secondaire de ces contrées, que j'ai cru devoir rapporter au calcaire à Gryphées arquées (*blue lias* des Anglais).

» La partie inférieure des roches qui bordent la vallée de la Romanche, au midi de la Grave et du Villard d'Areine, est aussi formée par des couches de ce grand système; le talus qu'elles constituent s'étend jusqu'au pied des masses escarpées de roches primitives qui s'élèvent jusqu'à la hauteur des neiges perpétuelles et qui, couronnées de glaciers, forment les avant-corps du massif de l'aiguille de la Grave, qui atteint une hauteur d'environ 4,000 mètres au-dessus de la mer. Ce massif est principalement formé de gneiss, du moins du côté qui regarde la Grave et le Villard d'Areine. Mais cette roche passe quelquefois au granite à petits grains; c'est ce qui a lieu particulièrement dans une crête primitive qui s'avance au midi du Villard d'Areine, et jusqu'à laquelle je suis monté, afin d'examiner son contact avec ces couches de schiste argilo-calcaire de calcaire compacte noir, qui forment le talus au-dessous du point où les roches primitives cessent d'être visibles.

» J'ai trouvé là précisément le contraire de ce que j'avais trouvé dans le point décrit plus haut: au nord des Freaux, j'avais rencontré le lias recouvrant le granite; au sud-ouest du Villard-d'Areine, j'ai vu le granite s'appuyer sur les roches, assez élevées, du système jurassique. La partie inférieure des rochers composés de roches primitives qui, comme je l'ai déjà dit, font corps avec tout le massif de l'aiguille du midi de la Grave, est formée d'un granite ou protogine composé de feldspath verdâtre presque compacte, de feldspath blanc cristallisé, de quelques grains de quartz, et de mica ou talc vert. Ce granite n'est pas généralement en décomposition; mais, à la base même des rochers, le grain de la roche devient beaucoup moins distinct; il semble, en quelques points, prendre la structure d'une brèche; en même temps, le feldspath et le mica sont décolorés, et la masse entière est en décomposition évidente. C'est sous ces parties que l'on voit s'enfoncer les couches secondaires, dont on peut suivre et observer de près le contact avec le granite sur une grande longueur, plus de 1,000 mètres. Le plan de contact, à peu près parallèle à la stratification des couches secondaires, plonge de 60 à 70 degrés vers l'E.-S.-E.; la couche secondaire, immédiatement contiguë au granite, est un calcaire gris saccharoïde, avec petits filons spa-

thiques ; mais, à mesure que l'on s'éloigne du contact, le grain du calcaire devient plus fin, et, à très peu de mètres du point de jonction, on rencontre déjà un calcaire compacte noir qui contient des Bélemnites. Celui-ci repose sur un schiste argilo-calcaire noir, qui renferme les mêmes fossiles. Cette dernière roche constitue tout le talus qui descend jusqu'à la Romanche, et y présente des Bélemnites dans plusieurs de ses couches ; sa stratification devient de moins en moins inclinée, à mesure que l'on s'éloigne du granite.

» Près de Champoléon, vallée du Drac, un peu au midi du groupe primitif qui s'élève autour de la Bérarde, on voit de même le granite à petits grains supporter en quelques points, et recouvrir en d'autres, les couches du système jurassique.

» Sur la rive droite du Drac, à peu près à égale distance de deux hameaux appelés les Beaumes et les Gondins, le sol est formé par un granite à petits grains, à mica noir et feldspath blanc ou rougeâtre. Ce granite est évidemment en place, et tout annonce qu'en descendant du point en question vers le Drac, suivant la ligne la plus courte, on marcherait toujours sur cette roche, dans laquelle paraît être creusée la vallée des Beaumes, et qui semble former aussi les noyaux et les sommets des montagnes les plus considérables des environs.

» Un peu au-dessus du même point, se trouvent de petits escarpements formés de roches stratifiées, superposées au granite dont je viens de parler. Le granite s'élève par-dérrière à peu de distance comme un mur vertical ; il coupe la prolongation de tout le système de roches stratifiées, et s'étend sans interruption jusqu'au sommet de la montagne, abrupte et déchiquetée, nommée Puy-de-Peorais.

» J'ai aussi cherché à voir le contact du granite et des couches secondaires sur le penchant rapide que présente cette montagne du côté du midi, le long du vallon qui descend de la montagne de Touron, et ici, dans tous les points où j'ai pu voir le contact, c'était le granite qui s'appuyait sur les couches secondaires.

» Au haut d'une arête située entre deux couloirs qui aboutissent l'un et l'autre dans le ruisseau de Touron, au-dessus du hameau des Frémonts, on voit, de la manière la plus claire, le granite recouvrir le schiste argilo-calcaire noir fissile, dont toute la partie inférieure de cette assise est formée et dans lequel sont creusés les deux couloirs. »

« Une des circonstances les plus frappantes que présente le contact » du granite à mica noir et feldspath rose, qui constitue les hautes » montagnes des environs de Champoléon, avec les diverses parties

» du système jurassique, c'est que, quelle que soit l'inclinaison de la
 » surface de contact, si la roche secondaire est solide, cette roche
 » et le granite sont devenus métallifères près du contact, et ren-
 » ferment, en nids et en filons, de la galène, de la blende, des
 » pyrites de fer et de cuivre, de la baryte sulfatée, de la chaux car-
 » bonatée ferro-magnétifère, etc., et qu'en même temps les roches
 » secondaires sont plus cristallines et plus dures près de la surface
 » de contact qu'en tout autre point, tandis que le contraire a lieu
 » pour le granite. Ayant observé ces circonstances en deux points
 » différents et dans lesquels même les autres circonstances du
 » gisement sont d'ailleurs diamétralement opposées, je regarde
 » comme très probable que la présence des substances métalliques
 » et de la baryte sulfatée, dans les points susmentionnés, n'est pas
 » accidentelle, mais qu'elle est au contraire une conséquence de
 » la réunion des roches que ces points présentent. La présence de
 » ces substances, dans l'un des cas où j'ai vu le granite s'appuyer
 » sur les couches jurassiques, montre que cette superposition n'est
 » pas un simple accident dû à des circonstances extérieures et
 » purement mécaniques, telles que le renversement d'une mon-
 » tagne, mais qu'elle résulte d'une cause intérieure, liée aux phéno-
 » mènes souterrains qui ont causé le remplissage des filons métal-
 » liques.

» La manière dont les roches primitives, dans plusieurs des
 » exemples que je viens de citer, s'appuient sur les couches peu
 » altérées des terrains jurassiques et crayeux, la variation que
 » présente leur grain près du contact, et la forme hardie et
 » abrupte des sommités qu'elles constituent, se réunissent pour
 » donner la preuve et la limite de l'état de mollesse dans lequel
 » elles se trouvaient encore, jusqu'à un certain point, lorsqu'elles
 » sont venues occuper la place dans laquelle nous les voyons.

» Les faits que je viens d'indiquer seront faciles à vérifier, et
 » peut-être à multiplier. Quelle que soit au reste la valeur qui
 » pourra leur être attribuée, je me féliciterai de les avoir publiées,
 » si par là je détermine de plus habiles géologues à visiter un jour
 » en détail la vallée de Champoléon, le vallon de Beauvoisin, les
 » parties qui font face au Villard d'Areine, et à examiner, sur
 » cette ligne de huit à neuf lieues de développement, comment
 » s'opère le contact des couches secondaires et des roches dites
 » primitives. »

Mes voyages dans les Alpes pour les opérations géodésiques de la
 nouvelle Carte de France, pendant les années 1843, 1851, 1853 et
 1854, m'ont permis de visiter une grande partie des points étudiés

par notre illustre confrère, il y a déjà vingt-huit ans, et c'est avec une vive satisfaction que j'ai reconnu la grande exactitude de ses belles observations. Je vais y joindre les miennes, pour planter quelques jalons de plus sur la nouvelle route qu'il a si habilement tracée, et qui conduira certainement les géologues à la connaissance complète de la constitution géologique de nos Alpes, beaucoup plus simple qu'on ne l'a cru jusqu'à présent, et qui est de nature à modifier considérablement les idées que l'on s'est faites sur les roches dites primitives et les places qu'on leur a assignées dans la série des terrains constituant la petite portion de l'écorce du globe accessible à mes observations.

Au mois de septembre 1843, j'eus l'avantage de visiter la partie supérieure de la belle vallée de la Romanche, avec M. Scipion Gras, qui l'avait déjà étudiée avec cette sagacité dont il a donné tant de preuves : cette vallée est creusée dans un assemblage de schistes talqueux et micacés passant çà et là à une roche gneissiforme, à des schistes argileux peu ou point altérés, le tout mélangé de couches de poudingues à fragments quartzeux, de grès analogues aux grès anthracifères, enfin de schistes euritiques toujours soudés aux autres roches. Cet assemblage est traversé dans tous les sens par des veines et des filons d'eurites compactes et granitoïdes, et par de nombreuses veines et filons de barytine avec quartz, qui renferment des minerais de plomb, d'argent et même d'or. Quelques-uns des filons de quartz passent du terrain schisteux dans les calcaires compactes avec Bélemnites qui le recouvrent sur plusieurs points. Cet ensemble de roches a certainement éprouvé de grandes dislocations : les strates, rarement réguliers, et dont l'inclinaison est toujours très forte, présentent les contournements les plus bizarres, et principalement sur les points où les roches euritiques sont abondantes. Le granite à petits grains se montre aussi en filons et en petites masses transversales dans les schistes talqueux, des deux côtés de la vallée de la Romanche, depuis Vizille jusqu'au Frency; les crêtes du massif de Taillefer présentent plusieurs de ces filons.

Des couches et des amas d'anthracite, avec poudingues, grès et argiles, schistes phylladiformes remplis d'empreintes végétales des mêmes espèces que celles du terrain houiller, gisent dans le terrain schisteux et s'y montrent sur une longueur de plus de 10,000 mètres, participant à tous les contournements des roches encaissantes, et présentant un grand nombre d'étranglements et de renflements. Du sommet du Mont-de-Lans, l'anthracite descend dans le fond de la vallée de la Romanche, où elle est exploitée.

On la retrouve ensuite à découvert dans les escarpements nord de cette vallée, d'où elle s'étend jusqu'à la combe Gillarde, où les habitants ont percé un grand nombre de trous pour l'exploiter. Ici se présente un fait singulier, découvert par M. Gras : la couche d'anthracite repose directement et à stratification concordante (fig. 3) sur un calcaire jaunâtre, sublamellaire, notablement altéré, que M. Gras range dans le terrain jurassique, puis elle est recouverte par un talus cultivé, percé par de nombreuses pointes de schistes talqueux et micacés, allant aboutir à une masse de ces mêmes schistes, dont la stratification concorde parfaitement avec celle du calcaire inférieur au charbon.

Sur tous les points où se montrent les couches carbonifères, elles sont accompagnées d'empreintes végétales, reconnues par M. Ad. Brongniart, pour être de même espèce que celles du terrain houiller. Au-dessus de Freney, près de la route de Briançon, il existe, au milieu des schistes talqueux, une couche de grès avec argile schisteuse, sans anthracite, mais contenant les mêmes empreintes végétales. De pareilles couches, placées de la même manière, se montrent aussi sur plusieurs autres points de la contrée; enfin des couches d'anthracite avec végétaux fossiles sont subordonnées aux roches talqueuses, micacées et gneissiformes de la montagne de Prémol, à l'est de Vizille.

En 1844, dans une note sur les Alpes Dauphinoises (*Bulletin*, 2^e série, t. I^{er}), je disais : « Cette grande formation schisteuse, si » développée sur les deux flancs de la vallée de la Romanche, » depuis Vizille jusqu'à la Grave, ne peut donc être plus ancienne » que l'époque carbonifère; il peut se faire qu'elle soit même » beaucoup plus moderne. M. Gras, qui l'a étudiée dans toute » l'étendue des Alpes occidentales, la considère comme une partie » métamorphique du terrain à Bélemnites. Le fait de la combe » Gillarde, dans lequel plusieurs géologues verront un renverse- » ment, s'expliquerait alors tout naturellement. Mais il resterait » toujours cet autre fait, très embarrassant pour la paléontologie, » de la présence, dans le terrain jurassique, des espèces végétales » propres au terrain houiller. »

Suivant MM. Gras et Sismonda, tous les dépôts carbonifères de la vallée du Monestier, entre la Grave et Briançon, seraient intercalés dans les schistes et calcaires à Bélemnites. Tout le monde connaît le beau fait découvert par M. Élie de Beaumont à Petit-Cœur (1) : des schistes noirs, avec empreintes végétales de

(1) *Annales des sciences naturelles*, juin 1828.

l'époque houillère superposés à des schistes argilo-calcaires avec Bélemnites, dans le vallon de la Poussonnière, et il cite également, superposés aux mêmes calcaires (4), un grand système de grès qui constitue le sol de ce vallon et qui s'élève jusqu'au sommet du col du Chardonnet et de quelques-unes des sommités voisines. Ce grès comprend diverses assises d'une argile schisteuse noire, qui se trouve accidentellement colorée en gris verdâtre et rouge lie de vin et passe lui-même à une roche de quartz, contenant des gîtes d'anhracite et de petits amas de graphite, avec empreintes de grandes tiges analogues aux tiges cannelées des fougères en arbre. En montant du Lauzet au col de la Poussonnière, on voit plusieurs exploitations d'anhracite ouvertes sur le prolongement de ces couches.

Par-dessus ce système de grès avec argile schisteuse qui a pris un grand développement dans le vallon de la Poussonnière, autour du col du Chardonnet et aux environs de Lauzet, se trouvent intercalés plusieurs bancs d'une roche feldspathique verdâtre, contenant des cristaux d'amphibole disséminés, des grains de pyrites, des grains de quartz cristallisés, et des fragments de grès qui s'y trouvent empâtés. Sur un de ces bancs repose une couche assez régulière d'une argile schisteuse noire, dans laquelle s'insèrent presque horizontalement des ramifications tuberculeuses de la même roche feldspathique, près desquelles on voit les surfaces de séparation, souvent contournées, de l'argile, se couvrir d'enduits plus ou moins épais de graphite. Sur un point, l'argile durcie présente des empreintes végétales, en partie garnies d'anhracite, fait qui m'a paru, dit M. Elie de Beaumont, établir clairement la liaison qui existe entre ce combustible et le graphite. Dans les empreintes végétales, M. Ad. Brongniart a reconnu les *Calamites Suchowii* et *Cistii*, des Sigillaires indéterminables, mais dont une est très voisine de la *Sigillaria tessellata* de l'époque houillère. Toute la partie supérieure de l'escarpement est formée par un grès micacé passant à une roche de quartz dans laquelle on distingue encore la texture grenue et la disposition stratifiée, mais qui présente en même temps un grand nombre de fissures, dont les plus soutenues sont verticales, ce qui lui donne une disposition particulière à se diviser en prismes verticaux.

Les bancs feldspathiques intercalés dans les roches arénacées et quartzieuses me paraissent être de véritables filons. Cette masse de grès passant au quartz, qui constitue les escarpements voisins

(4) *Annales des sciences naturelles*, décembre 1828.

de la mine de graphite, se prolongent vers le sud jusqu'au delà du col du Chardonnet, où elle présente un grès schistoïde à grains de quartz et de feldspath avec noyaux de quartz. Aux environs du col du Chardonnet, on voit paraître, sous diverses formes, au milieu des couches disloquées du grès, des masses de roches feldspathiques verdâtres, analogues à celles citées plus haut.

« Du côté de l'est, les couches quartzzeuses paraissent être très » inclinées à l'est et servir d'appui aux couches, presque verticales, » des schistes, vert et lie-de-vin, qui s'élèvent jusqu'à la cime de » la montagne appelée la Roche-Verte, au nord du lac des Miné- » raux. Tout cet ensemble de couches semble inférieur au calcaire » qui se montre plongeant à l'est au-dessous du col du Chardonnet, » en descendant vers Quételein, et qu'on voit ensuite s'élever à » l'est, avant le col de Saint-Christovoul. M. Gueymard, qui a » fait le trajet direct du Monestier à Neuvache, m'a assuré qu'on » voit dans l'intervalle ce calcaire reposer directement sur les » grès du col du Chardonnet. Je pense que les couches calcaires qui » forment ici le couronnement de tout le système sont le pro- » longement direct de celles qui, au N.-E. et au S.-E. de Guil- » listre, offrent à la fois les caractères minéralogiques et les fos- » siles du calcaire exploité à Grenoble, dans la carrière de la » Porte-de-France, calcaire que je regarde comme le prolonge- » ment direct des couches de la série oolithique qui constituent » les plus hautes cimes du Jura. Ainsi, le grès qui contient l'an- » thracite, le graphite et les empreintes végétales du col du Char- » donnet, serait à la fois superposé au lias et recouvert par des » couches contemporaines d'une partie de la série oolithique.

» Ce grès du col du Chardonnet appartient, ainsi que les anthra- » cites des environs de Briançon, à la partie supérieure du grand » système de schistes argilo-calcaires et de grès à anthracite, dont » les couches que j'ai décrites à Petit-Cœur forment les premières » assises : aussi remarque-t-on une différence notable entre les » empreintes végétales observées dans les deux positions : les » feuilles de fougère, qui dominent à Petit-Cœur, semblent » manquer au col du Chardonnet. »

M. Élie de Beaumont termine ainsi sa note : « Si l'on rapproche » cette note de celle que j'ai publiée dans le cahier de juin 1828 » des *Annales des sciences naturelles*, je crois qu'on pourra de » moins en moins se refuser à admettre que la géologie n'a » d'autre alternative que de placer dans le terrain houiller, ou » dans les terrains de transition, les couches coquillères de la Ta- » rentaise, et, par suite, celles des environs de Digne, dont les carac-

» tères zoologiques sont si nettement tranchés, ou d'introduire
 » dans le terrain jurassique toutes les couches non primitives qui
 » s'observent dans la contrée montagneuse comprise entre le
 » Mont-Blanc, le Mont-Rose, le mont Viso et le mont Pelvoux,
 » couches dans lesquelles il est, je crois, sans exemple qu'on ait
 » trouvé aucune trace de *Tribolites*, de *Productus*, d'*Éomphales*,
 » ni d'aucun autre de ces fossiles, dont les réunions constituent,
 » pour chacun des grands dépôts antérieurs au lias, ce caractère
 » particulier de famille et d'époque qu'on ne peut définir, mais qu'on
 » ne peut non plus méconnaître. » Tel est l'état dans lequel M. Élie
 de Beaumont avait amené, depuis 1828, la question si compliquée
 de la constitution géologique des Alpes, et dans lequel, à peu de
 chose près, elle se trouve encore aujourd'hui.

Dans ma note sur les Alpes dauphinoises, publiée en 1844, j'avais annoncé qu'une puissante masse, composée de calcaires et de marnes schisteuses alternant entre eux, contenant des Bélemnites et autres fossiles du lias, la plus puissante et la plus développée de toutes celles que présentent les Alpes depuis le Mont-Blanc jusqu'en Provence, recouvre sur plusieurs points la grande formation des schistes talqueux. Dans l'escarpement de la montagne de la Serre, au sud de Vizille, la puissance de cette masse dépasse 700 mètres. Cette masse est souvent traversée par des veines de spath calcaire et de quartz, quelquefois très nombreuses. Des couches anthracifères avec argile schisteuse contenant des empreintes végétales, des psammites et des conglomérats tout à fait semblables à ceux des gîtes carbonifères exploités à Auris, au Péchagérard, à Notre-Dame-des-Vaux, à la Motte-d'Avellanne, m'avaient paru alors faire partie du terrain à Bélemnites, mais en occuper la partie inférieure. A cette époque, je regardais, comme constituant une seule formation, toute la masse argilo-calcaire qui s'étend depuis le fond du vallon de Vizille, où elle contient de nombreuses masses gypseuses accompagnées de spilites jusqu'au sommet des montagnes environnantes. Depuis lors, j'ai reconnu qu'il fallait diviser cette masse en deux groupes séparés l'un de l'autre par les grès carbonifères. J'avais déjà reconnu à cette époque que toutes les roches jurassiques de la contrée avaient éprouvé des altérations extrêmement remarquables; aux environs de Vizille, au bourg d'Oisans, à la Grave, au Valbonnais, etc., les schistes argilo-calcaires avec Bélemnites sont devenus des schistes ardoisiers tellement solides qu'on les exploite comme ardoises. Les bandes ardoisées de ces terrains sont souvent accompagnées de gypse, de filons de quartz, de calcaires magné-

siens jaunâtres avec cristaux de fer pyriteux, et d'une roche brune, spilite, qui présente une grande analogie avec les wackes de l'Auvergne. Cette roche a pris un grand développement dans certaines localités, en pénétrant les schistes et calcaires à Bêlemnites, dont souvent elle ne paraît être qu'une altération. La pâte brune plus ou moins compacte, plus ou moins homogène du spilite, composée de feldspath combiné avec du pyroxène, de l'amphibole, de la chlorite, de la serpentine, de l'épidote (1), etc., ne fait aucune effervescence dans les acides; mais cette pâte contient souvent du calcaire spathique et du fer carbonaté en cristaux, en noyaux et en veines: elle s'imprègne aussi de calcaire, et, de cette manière, elle se lie complètement avec les calcaires dans lesquels elle se trouve intercalée, absolument comme les wackes de l'Auvergne. Le spilite se voit en assez grande masse à Champs, près Vizille, à la mine de la Gardette, au-dessus du bourg d'Oisans, à Cognet, près la Mure, à Aspres-les-Corps, près Champoléon, dans le massif de Chaillol, à Notre-Dame-du-Lau, et, dans presque toutes ces localités, on pourrait croire, avec M. Sc. Gras, que le spilite n'est autre chose que du calcaire modifié; mais au-dessous d'Aspres-les-Corps, au pont de Baufin, le long du Drac, il existe un véritable dyke d'une roche pyroxénique, à surfaces scoriacées, offrant la plus grande analogie avec cette dolérite qui, en Auvergne, paraît tenir le milieu entre le basalte et le trachyte. On voit parfaitement bien ici comment la roche plutonique s'est introduite dans le calcaire, dont elle a altéré les couches en les bouleversant près du contact.

Il est généralement admis que les gypses qui accompagnent les spilites sont le résultat de la transformation du calcaire qui les encaisse en sulfate de chaux, par une action postérieure au dépôt de ce même calcaire. La stratification du calcaire, souvent bien conservée dans les masses gypseuses, les marnes qui séparent les strates, très reconnaissables dans les schistes gypseux de différentes couleurs placés entre les bancs de gypse, enfin partout des portions de calcaire magnésien restées dans ces bancs eux-mêmes, et se fondant avec le gypse, en sont des preuves évidentes.

Les géologues sont loin d'être d'accord sur l'époque à laquelle cette transformation s'est opérée. On rencontre du gypse sans spilite, et réciproquement, à la Gardette, Aspres, Baufin, le Valbonnais, Remollon, vallée de Barcelonnette; mais, partout où il y a des spilites ou du gypse, il existe des roches magnésiennes. Il

(1) D'après M. Scipion Gras, *Bulletin*, t. II, page 425.

est donc probable que ces trois roches résultent de la même action. Le spilite est certainement de formation très moderne; le dyke du pont de Baufin a traversé les alluvions anciennes de la vallée du Drac.

Plusieurs géologues placent la formation du spilite dans les derniers temps de la période tertiaire. Quant à moi, je range dans la période basaltique la roche pyroxénique du pont de Baufin, et, par suite, tous les véritables spilites de nos Alpes.

C'est principalement dans le haut de la formation du lias que gisent les masses gypseuses, avec ou sans spilite, dans les localités citées: aux environs de Remollon, Brézier, vallée de la Durance, sur les flancs de la vallée de Barcelonnette, au pied de la montagne de Siolane, etc. Dans toutes ces localités, il n'y a aucun doute que les gypses ne soient le résultat de l'altération du calcaire et des marnes, dans lesquels ils se trouvent intercalés, par des émanations sulfureuses venant de l'intérieur de la terre.

Nous allons maintenant suivre la série des groupes géognostiques que présente la portion des Alpes que nous avons étudiée.

Groupe du lias.

Depuis la hauteur de Vizille jusque vers ses sources, le Drac coule à travers une puissante formation calcaréo-marneuse, dans laquelle dominent souvent des marnes schistoïdes bleuâtres plus ou moins fissiles, plus ou moins solides, contenant des Bélemnites (*B. unicanaliculatus*), des Ammonites et des Posidonies, dont les espèces sont les mêmes que celles du lias, et qui offre en outre tous les caractères pétrographiques que cette formation présente sur les autres points de l'intérieur de la France. Cet ensemble de roches constitue toute la première assise des montagnes, et occupe le fond des vallées en s'élevant à une plus ou moins grande hauteur sur les flancs, depuis le cours du Drac jusqu'au parallèle de Castellane, dans un espace limité à l'est par la crête des Alpes françaises, et, à l'ouest, par une ligne brisée passant par Grenoble, Vizille, Die, Nyons, Sisteron, Digne et Castellane. Dans l'arrondissement d'Embrun, près Savines, au pied de la montagne de Morgon, j'ai trouvé dans les strates inférieures la Gryphée arquée en abondance.

Tous les géologues savent que cette ostracée caractéristique du lias inférieur existe, dans la même position, et en grande quantité, avec des Ammonites, des Pentacrinites, des Peignes et des

Plagiostomes, espèces liasiques (1), en grande quantité aux environs de Digne et de Castellane; il ne peut donc y avoir aucune espèce de doute sur la place de cette formation dans la série géologique : c'est pourquoi nous la prenons pour notre horizon géognostique dans toutes les observations que nous allons rapporter; et cela est d'autant plus rationnel, qu'elle forme la base de *presque* tous les terrains qui entrent dans la constitution des Alpes françaises; elle se trouve assez exactement teintée en bleu dans la carte géologique de la France.

Aux environs de Gap, la partie supérieure des marnes liasiques renferme, avec le *Belemnites unicanaliculatus* très abondant, de grandes *Posidonies*, espèce non encore déterminée, et beaucoup d'Ammonites (*Ammonites Humphriesianus*, Sow.), etc., qui rappellent la partie inférieure du terrain oolitique.

Ces fossiles sont englobés dans un calcaire marneux jaunâtre, que l'on voit souvent, dans les escarpements, au-dessous de l'étage suivant.

Aux environs de La Mure et de Corps, dans la partie supérieure des vallées du Drac et de la Durance, dans les vallées situées plus au sud, et dans presque tous les massifs montueux, l'étage supérieur du lias est recouvert, en stratification concordante, par une puissante masse de calcaire compacte, dont les premiers strates alternent même souvent avec les schistes liasiques. Ce calcaire prend ensuite un développement considérable, et constitue à lui seul presque toutes les grandes crêtes et les hauts sommets, depuis la vallée du Drac jusqu'au delà de Digne.

Grès supra-liasique ; grès anthracifère.

Dans le haut de la vallée du Drac, les schistes du lias sont séparés du calcaire précédent par une assise arénacée, psammite, grès quartzeux, macigno, généralement bien stratifiée, en concordance parfaite avec le lias et avec le calcaire compacte supérieur. Les strates arénacées alternent vers le bas avec ceux du lias, et, vers le haut, avec ceux du calcaire compacte. Tous ces rapports entre les trois espèces de roches se voient parfaitement à l'entrée de la vallée de Champoléon, montagne de Corbière (fig. 9), tout le long des vallées d'Orcière, de Prapie, etc. Dans la vallée de la Durance, l'assise

(1) M. Bayle a figuré un grand nombre de ces fossiles, recueillis au col des Encombres par M. Sismonda, dans le *Bulletin*, 2^e sér., t. V, p. 414.

arénacée a pris un grand développement, principalement sur le flanc droit, entre Chorges et mont Dauphin, puis sur le flanc gauche, de mont Dauphin jusqu'au delà de Saint-Martin de Queyrières; elle pénètre aussi dans la vallée du Guil, dans celle de la Guisanne, où elle est bien développée; elle va se lier aux grès et quartzites du col du Chardonnet, en passant par le Mouestier et le Lauzet.

On voit parfaitement la disposition des roches arénacées par rapport à celles qui les supportent et les recouvrent, en allant d'Embrun à la Chapelle Saint-Guillaume, qui domine la ville au nord; en allant de la Chapelle à la croix du même nom, on voit les strates arénacées alterner avec d'autres d'un calcaire marneux schistoïde, passant au calcaire compacte qui recouvre le lias et constitue tous les hauts sommets et les grands plateaux de la contrée: Soleil-Biou, Mourefret, la Diablée, les Barles, Autane, le roc Blanc, les deux Piniers, le Diolon, Rocheclair, etc., dont les escarpements de ces montagnes montrent parfaitement l'alternance des roches calcaires et arénacées, qui sont souvent intimement liées entre elles. Ici les roches arénacées ne présentent d'autres restes organiques que des fragments de tiges de végétaux; on aperçoit, çà et là, quelques veines d'anhracite. Le calcaire contient quelques Ammonites plissées (*A. tortisulcatus*, *A. plicatilis*, *A. anceps*, *A. hecticus*, etc.) caractéristiques de l'étage oolitique moyen, des Trigonies, des Térébratules, quelques Bélemnites, etc. Il est partout caractérisé par une immense quantité d'empreintes déliées, festonnées de manière à produire de fort jolis dessins, qui doivent être des traces d'Annélides, et qui sont tout à fait semblables à celles que M. Murchison a nommées *Myrianites* (1).

De Chorges à mont Dauphin, sur le flanc gauche de la vallée de la Durance, les roches arénacées ne sont plus représentées que par de minces lits, ou manquent entièrement entre le lias et l'étage jurassique moyen; mais, au delà du mont Dauphin, elles existent sur les deux flancs, où elles acquièrent souvent une puissance de plus de 200 mètres; elles s'étendent ensuite jusqu'au delà de Briançon, et, suivant la vallée de la Guisanne, elles vont rejoindre celles du Chardonnet. A l'entrée de la vallée de l'Argentière, près de la fonderie ruinée, on voit quelques pointes des marnes liasiques sortir de dessous les roches arénacées, en strates fort inclinées, et dans lesquelles on a percé une galerie pour exploiter une veine d'anhracite de peu de valeur. Les débris offrent une grande quan-

(1) *Silurian system*, pl. XXVII, fig. 3.

tité de fragments de végétaux, fougères, *Equisetum*, *Sigillaria*, etc., espèces du terrain houiller, et des Bélemnites plus ou moins reconnaissables.

De l'autre côté de la vallée, entre la Roche et la Bessée, on a aussi exploité plusieurs veines ou amas charbonneux, qui ont mis à découvert les mêmes empreintes végétales et surtout des fougères, de gros fragments d'*Equisetum* changés en psammites, et des Sigillaires avec des Bélemnites. Après la Bessée, les roches arénacées ne paraissent plus guère que sur le flanc E. de la vallée où elles sont recouvertes par les calcaires à Annélides, qui constituent la plus forte masse des montagnes.

Depuis Queyrières jusqu'au delà de Saint-Martin, on a creusé dans la masse arénacée un grand nombre de galeries pour exploiter des amas ou des espèces de filons irréguliers plus ou moins puissants, d'un anthracite friable, rarement en morceaux brillants, donnant cependant un peu de flamme en brûlant, et dont quelques parties peuvent servir à forger le fer. Les produits de toutes ces exploitations sont consumés dans la contrée, où le bois est assez rare.

Ici les psammites passent à des conglomérats dont les fragments varient de grosseur. Comme il arrive souvent dans le véritable terrain houiller, ils sont accompagnés d'argile schisteuse avec empreintes de fougères, de tiges d'*Equisetum* et de Sigillaires, de fougères arborescentes; on trouve de grosses tiges cannelées et non cannelées changées en psammites, absolument comme dans le terrain houiller. Tous ces débris végétaux ont été reconnus par M. Ad. Brongniart (1) comme se rapportant à des espèces du terrain houiller, et au milieu de tout cela, dans les schistes avec empreintes de fougères, des Bélemnites plus ou moins brisées, mais parfaitement reconnaissables, semblables aux Bélemnites allongées des schistes liasiques supérieurs, *B. unicanaliculatus*. Il ne peut y avoir ici aucun doute sur la position de ces gîtes charbonneux : depuis avant la Roche jusqu'au delà de Saint-Martin-de-Queyrières, sur une longueur de quatre lieues, on les voit supportés par le lias et recouverts par les calcaires de l'étage jurassique moyen, en se liant intimement avec ces deux groupes (fig. h). Il en est de même aux environs de Briançon et dans toute la vallée de la Guisonne, où se trouvent aussi de nombreuses exploitations d'antra-

(1) Dans son mémoire sur le terrain anthraxifère des Alpes, M. Gras, *Annales des mines*, 1854, t. V, a donné la liste de toutes les espèces végétales.

cite. Dans toutes celles que j'ai visitées, le charbon ne formait pas des couches régulières, mais des amas en chapelet, des espèces de filons présentant de nombreux renflements et étranglements. Les galeries d'exploitation se trouvent à différents niveaux dans la masse arénacée ; quelques-unes entament le lias, d'autres le calcaire jurassique supérieur ; quelquefois l'anthracite pénètre même dans ce dernier ; dans les vallées de l'Ubaye et du Verdon, il s'y trouve même entièrement compris, comme nous le dirons plus bas. Ces gîtes n'ont généralement que quelques mètres de largeur et d'épaisseur ; ils sont tous isolés les uns des autres et sont de simples accidents dans la masse arénacée, dont ils suivent généralement l'inclinaison des strates. En les exploitant, les ouvriers tombent souvent dans l'eau retenue par les marnes liasiques inférieures. Quelques-uns montent pour aller se perdre dans les calcaires à Myrianites. Les marnes du lias, les roches arénacées carbonifères et les calcaires qui les recouvrent, ont éprouvé les mêmes dislocations ; sur le même point ils présentent la même inclinaison, les mêmes plissements et les mêmes fractures ; la direction des accidents se croise souvent et n'offre rien de régulier ; aux environs de la Bessée et de Queyrières, les calcaires jurassiques offrent, dans l'intérieur des strates, une structure schistoïde avec des plis et contournements qui leur donnent l'aspect de bois pétrifié, ce qui prouve qu'ils ont été disloqués lorsqu'ils étaient encore mous. Des veines serpentineuses se voient souvent entre les feuilletts contournés et aussi dans la masse de la roche. Dans les environs de Briançon, de grosses masses de serpentine traversent les mêmes calcaires en les altérant.

La formation de cette partie de la vallée de la Durance, entre mont Dauphin et Briançon, a été accompagnée d'un grand affaissement : des portions de calcaire à Myrianites constituant des monticules de diverses formes, de petits plateaux semblables à des retranchements militaires, gisent dans le fond de la vallée à un niveau inférieur à celui des marnes du lias, tandis que le même calcaire constitue les sommets et les plateaux qui s'élèvent souvent à plus de 1,500 mètres au-dessus.

Dans les grands massifs montueux compris entre les vallées de la Durance, du Guil, et celle de l'Ubaye, l'assise arénacée n'est généralement représentée que par de minces lits de psammites ou grès quartzeux qui se lient intimement avec les roches du lias et avec celles de l'étage jurassique moyen. Ces lits s'observent dans les escarpements de la vallée de Barcelonnette, où plusieurs masses de gypses se trouvent au même niveau qu'eux. En continuant à suivre

L'Ubaye au delà de Jeausiers, des deux côtés de la vallée fortement encaissée par des escarpements à pic, on voit des couches de grès et de psammites à petits grains intimement liés à celles du lias et du calcaire supérieur ; la même couche présente souvent, par intervalles, du calcaire pur, du grès et du psammitte. Ces faits sont parfaitement mis à jour par les travaux en cours d'exécution pour la construction du Fort de Tournoux.

Toute la chaux employée dans la maçonnerie de ce Fort est cuite avec un mauvais anthracite tiré d'une mine située dans la vallée de l'Ubayette, au-dessus du village de Saint-Ours. Ce gisement se trouve dans la partie inférieure du calcaire jurassique, peu au-dessus du lias, entre les deux groupes : on ne voit ici que de petits lits de psammites ; le charbon est accompagné d'un conglomérat calcaire très grossier. Je n'y ai point vu d'empreintes végétales, mais dans l'anthracite même j'ai trouvé la *Terebratula tetraedra*. La coupe verticale de la galerie, très exactement levée par un garde du génie (fig. 5), présente une bien singulière disposition : de longues cheminées verticales qui ont jusqu'à 26 mètres de haut, semblent annoncer qu'elle a été remplie après coup. Aux environs de ce gîte, le calcaire pénétré de veines talqueuses et serpentineuses, devenu marbre, est exploité pour les pierres d'appareil du Fort.

Dans les montagnes de Fours qui bordent la vallée de Barcelonnette au sud, des lits et bancs de grès et de psammites, irréguliers et discontinus, se montrent entre les marnes du lias qui forment les talus, et les calcaires à Annélides qui constituent les escarpements. Ici les traces d'Annélides sont nombreuses et présentent de fort jolis dessins, mais on ne trouve ni veines charbonneuses, ni empreintes végétales dans les roches arénacées, ni dans le calcaire. On rencontre là quelques masses de gypse à la jonction des deux formations.

Si du village de Laupillon on va à la montagne Ventebrun, en suivant le sentier qui passe au-dessous de la croix de l'Alpe et suit le flanc ouest de la vallée de la Plane, on voit partout des bancs arénacés entre le lias et les calcaires jurassiques. Vers l'origine de la vallée, tous les escarpements sont formés par un calcaire fissile rempli d'Annélides, reposant sur une couche arénacée de plus de 10 mètres d'épaisseur. Ici les couches supérieures du lias sont rougâtres et imprégnées d'une grande quantité d'oxyde de fer, formant des veines qui pénètrent dans les psammites et même dans le calcaire supérieur qui prend aussi la teinte rouge. De l'autre côté du col, la couche arénacée continue pendant 200 mètres en-

viron, puis se termine en lentille. Elle reparait ensuite, disparaît de nouveau et arrive jusque dans l'escarpement de Ventebrun. Ce fait montre bien que la masse arénacée n'est qu'accidentellement placée entre les deux grandes formations calcaires. Elle reparait çà et là, dans les escarpements de la vallée de Fours.

En suivant cette dernière vallée, on va tomber dans celle du Bachelar où passe le chemin qui conduit de Barcelonnette à Allos. Celle-ci montre dans le fond de gros strates calcaires sans fossiles, formant l'étage inférieur du lias, et dans les escarpements des calcaires schistoïdes et marneux phylladiformes, dans la partie supérieure desquels se rencontrent des psammites et des grès intimement liés avec ces schistes; les calcaires formant les crêtes de Sestrières recouvrent les roches arénacées; ils contiennent des Ammonites et quelques Annélides. Au col qui sépare la vallée du Verdon de celle de Saint-Barthélemy, s'élève, à 2,900 mètres au-dessus de la mer, le beau pic de Siolane, escarpé de tous les côtés. La base de ce pic offre une masse de grès quartzeux assez bien stratifiée, de 50 mètres de puissance, en couches presque horizontales (fig. 6), reposant sur les marnes liasiques et se liant avec elles. Par-dessus vient le calcaire à Annélides, compacte, un peu cristallin, qui forme tout le reste du pic. Au pied, du côté de l'orient, se trouve une masse de gypse blanc exploitée. La couche de grès de Siolane se continue vers le sud en s'amincissant; dans la montagne de Courtin, au-dessus de Sestrières, elle se trouve réduite à quelques strates qui sont même en partie calcaires.

Sur les deux flancs de la vallée du Verdon et dans les vallées latérales, entre le lias et les calcaires à Myrianites qui le recouvrent, existent des lits et des bancs plus ou moins épais de psammites et de grès qui se lient intimement avec l'un et avec l'autre. Le fond de cette vallée, aux environs d'Allos, présente de gros strates calcaires plus ou moins inclinés et plongeant dans divers sens, qui forment l'étage inférieur du lias; le *Belemites unicumticutatus* est le seul fossile que j'aie trouvé dans cette roche. Au-dessus de ces calcaires, viennent les marnes avec calcaires marneux qui forment tous les talus des montagnes dominés par les escarpements à pic du calcaire à Annélides. Çà et là, il existe quelques lits et bancs de grès et psammites entre les deux groupes, se liant toujours intimement avec l'un et avec l'autre.

En suivant le chemin qui conduit d'Allos au lac du même nom, on remarque quelques veines charbonneuses au-dessous des escarpements, qui paraissent être intercalées dans la partie inférieure du calcaire. En approchant des chalets du lac, les roches aréna-

cées supra-liasiques, généralement quartzesuses, prennent une assez grande puissance; elles sont recouvertes par le calcaire à Annélides avec les strates duquel elles alternent même plusieurs fois. Près du mont Pelat, dans l'escarpement du contre-fort, nommé la Tête-Ronde, le calcaire qui recouvre les roches arénacées présente à sa base un conglomérat grossier, composé de fragments calcaires et psammitiques avec des argiles schisteuses. Celui-ci contient des veines d'un anthracite pulvérulent, assez nombreuses pour faire espérer la découverte d'un gîte exploitable à peu de frais.

En suivant le chemin qui conduit à notre signal du mont Pelat, on laisse à droite, au bord du lac, une masse de grès très fracturée, tout à fait semblable au grès anthracifère, mais qui recouvre évidemment le calcaire à Annélides, comme nous le dirons plus bas. Sur toute la base de la montagne, et jusqu'à une certaine hauteur sur les flancs, on voit les roches arénacées anthracifères recouvertes par le calcaire à Annélides, avec les strates duquel elles alternent plusieurs fois. Il y a même souvent une liaison intime entre le calcaire et les strates arénacées, et les calcaires schistoïdes présentent les animaux mêmes, entassés en grande quantité et offrant des enlacements et des contournements comme s'ils avaient été enfouis à l'état vivant en se débattant contre la mort. Nous reviendrons sur ce phénomène dans l'article suivant. D'Allos, en descendant la vallée du Verdon, on voit çà et là, dans les escarpements qui la bordent, les roches arénacées, qui n'ont jamais pris une grande puissance, paraître entre le lias et le calcaire jurassique, dont l'inclinaison des strates diminue au point de devenir presque nulle. Les marnes du lias s'enfoncent de plus en plus, à la hauteur de Beauvezert; elles ne paraissent plus que dans les berges de la rivière, et les escarpements sont entièrement formés par les calcaires à Annélides; la ramification de la vallée où se trouvent les villages de Thorame-Haute et de Thorame-Basse présente de nouveau les marnes du lias dans le fond et jusqu'à une certaine hauteur sur les flancs des montagnes de Chamatte, Cordeuil, Trépaillon, etc. Quelques bancs et lits discontinus, des roches arénacées, intimement liés aux marnes et aux calcaires, se montrent entre ces deux formations. Au pied sud de Cordeuil, près du Verdon, et sur le versant N.-O. de la montagne de Chamatte, des traces de charbon paraissent dans la zone des roches arénacées, et pénètrent dans les calcaires supérieurs, comme au pied du mont Pelat et à Saint-Ours. Du gîte de Chamatte, on a tiré une espèce de houille pouvant servir à forger le fer.

Dans sa *Statistique minéralogique du département des Basses-*

Alpes, publiée à Grenoble en 1840, M. Scipion Gras cite des bancs arénacés avec anthracite, surbordonnés aux marnes du lias, au N.-O. de Dromont, près Saint-Geniès, entre Barles et Verdaches, dans le voisinage desquels se montrent du gypse et des veines de galène. Dans le mémoire qu'il vient de publier sur le terrain anthracifère des Alpes (1), il prouve par une longue suite d'observations, à l'appui desquelles il donne des coupes très étendues et très détaillées, que ces mêmes roches, constamment placées entre les marnes à Bélemnites et les calcaires de l'étage jurassique moyen, ont pris un immense développement dans l'intérieur du grand triangle ayant pour sommets le Mont-Blanc, le mont Viso, et le mont Pelvoux, espace dans lequel nous n'avons fait que quelques courses, et dont nous ne nous occuperons point dans ce mémoire.

Dans la note qu'il vient de publier sur le terrain nummulitique des Hautes-Alpes (2), M. Lory reconnaît que les grès de la vallée de la Durance, au-dessus du mont Dauphin, sont jurassiques, et que ceux compris entre Embrun et le mont Dauphin, « envisagés » du côté d'Embrun, où ils sont surmontés des calcaires à Myriamites, semblent succéder au lias, sans que l'on puisse établir la « délimitation d'une manière tranchée ; » ce qui le fait hésiter à les comprendre dans son terrain nummulitique.

Tous ces faits réunis à ceux constatés, depuis 1828, par M. Élie de Beaumont, dans la Tarentaise et au col du Chardonnet, ne permettent plus aucun doute sur l'existence, entre les marnes du lias et l'étage oolitique moyen, d'une bande arénacée de puissance variable, fort irrégulièrement développée, sur une grande étendue, contenant des veines et des amas de charbon, accompagnés de Bélemnites, plus de nombreux débris végétaux des mêmes espèces que ceux du véritable terrain houiller gisant au-dessous du trias.

Tous les gîtes charbonneux de nos Alpes appartiennent-ils à cet horizon géognostique? Je ne le crois pas. M. Gras en avait rangé quelques-uns dans le terrain à Nummulites (3). Quant à moi, je n'y en ai point reconnu. En 1843 (4), ceux d'Auris, du Peclagnard, du N.-D. de Vaux, de la Motte d'Avelaune, m'avaient paru placés au-dessous du lias. Je ferai remarquer, en

(1) *Annales des mines*, 1854, t. V.

(2) *Bulletin*, 2^e sér., t. XII.

(3) *Statistique minéralogique du département des Basses-Alpes*.

(4) *Bulletin*, 2^e sér., t. I.

outre, que ceux-ci présentent de véritables couches et de puissants amas d'une houille plus ou moins sèche, qui est rarement un véritable anthracite, et desquels on tire depuis longtemps une grande quantité de combustible. Y aurait-il, dans nos Alpes, deux grands étages carbonifères caractérisés par les plantes du véritable terrain houiller, et séparés l'un de l'autre par la formation du lias, dont la puissance dépasse souvent 700 mètres, et qui constitue presque toute la base de ces montagnes? Cela est possible.

Terrain nummulitique.

Dans ce qui précède, nous avons déjà cité beaucoup de localités où les calcaires de l'étage jurassique moyen recouvrent soit le lias, soit les grès supra-liasiques, non-seulement à stratification concordante, mais avec des alternances entre les strates de l'un et l'autre groupe, souvent jusqu'à une assez grande distance des surfaces de contact. Sur les points où les roches arénacées paraissent manquer, ce qui arrive principalement au sud de la vallée de la Durance, la présence de la silice se manifeste toujours entre les deux groupes par des strates de calcaire siliceux, ou par des portions siliceuses, grès et psammites, dans les strates calcaires de l'un et de l'autre. Dans les massifs de Chaillol-le-Viel, les calcaires de l'étage jurassique moyen sont peu développés; la puissance de la couche, placée entre le lias et le terrain nummulitique, ne dépasse pas 40 mètres; mais, de l'autre côté de la vallée de Champoléon, cette puissance augmente considérablement; elle atteint souvent 300 à 400 mètres.

Les calcaires forment tous les grands sommets qui couronnent les deux versants de la vallée d'Orcières, et une grande partie de ceux compris entre les vallées du Drac et de la Durance; ceux de la frontière du Piémont, depuis le mont Genève jusqu'au lac d'Allos, en marchant vers le S., à l'exception de quelques points occupés par les roches nummulitiques. De là, en s'avancant vers l'O., on les retrouve jusqu'au delà de Gap, de Sisteron, et de Digne, formant les grands sommets qui dominent la vallée de Barcelonnette, les montagnes de Fours, de Siolaue, etc., la presque totalité de la haute crête de la Blanche, qui s'élève jusqu'à 2900 mètres, en séparant la vallée du Verdon de celles de la Blanche et de la Bléonne, les massifs du Cheval-Blanc, la belle crête de Coupe, les montagnes de Couson, de Courbon, etc., aux environs de Digne; un grand nombre des sommets entre les vallées de la Bléonne et de la Durance; le grand massif des Mougès, qui s'élève

à 2,200 mètres au-dessus de la mer, des Barles, etc. ; à l'ouest de Sisteron, toute la grande crête de Lure, et les sommets qui sont au nord ; à l'ouest de Gap, les crêtes de Cézze, de Charance et de l'Aiguille, etc. Enfin, ce calcaire, auquel on avait très anciennement donné le nom de calcaire alpin, constitue la plus grande partie des sommets de nos Alpes ; nous dirons même plus bas qu'une partie de ceux rangés dans le terrain primitif peuvent bien appartenir au même étage.

La roche dominante de ce groupe est un calcaire compacte ou sublainellaire, souvent schistoïde, passant sur un grand nombre de points, par tous les degrés, à de véritables ardoises exploitées pour couvrir les maisons. Ces ardoises font toujours effervescence dans les acides ; souvent les strates présentent de grosses masses compactes qui donnent d'excellentes pierres de taille ; celles-ci passent souvent au marbre avec des couleurs variées même au marbre blanc de Carrare : de ce dernier, j'ai vu deux grosses masses qu'on pourrait exploiter, une dans le val Godemar, et l'autre au pied de la montagne de Morgon, au-dessus de Savines. Les marbres de Chorges, travaillés à Gap, gris, veinés, rougeâtres, noirâtres, en proviennent ; il en est de même de ceux de la vallée du Guil, qu'on amène aussi à Gap, et des marbres verts dont nous parlerons bientôt. La pierre de taille exploitée à Saint-Ours, pour le fort de Tournoux, est un véritable marbre qui présente là plusieurs variétés. Les pierres de Saint-Ours offrent dans leur intérieur de minces veines talqueuses et serpentineuses, tellement mélangées au calcaire, qu'elles y ont certainement été introduites dans le moment qu'il se déposait. Les mêmes veines se montrent sur un grand nombre d'autres points ; mais c'est à Saint-Ours que l'on peut le mieux les observer, dans la carrière actuellement exploitée.

La stratification des calcaires est toujours évidente, mais plus ou moins régulière : dans les montagnes peu élevées, elle est assez régulière, et les strates sont souvent séparés par des couches schisteuses psammittiques ; mais dans les hautes montagnes, vallée du Drac, de la Durance, de la Val-Louise, de l'Ubaye, de l'Ubayette, du Verdon, de la Bléonne, etc., on observe les plus singuliers accidents de stratification, les contournements les plus bizarres : des portions, très étendues, reployées plusieurs fois sur elles-mêmes, offrent dans la masse des stratifications transgressives qui pourraient faire croire à l'existence de deux groupes bien différents. Des failles assez étendues établissent souvent de grandes différences de niveau entre diverses parties d'une même masse.

Ce fait s'observe surtout dans le haut des vallées de la Durance, du Guil et de l'Ubaye. Souvent le clivage des roches, parallèle à la stratification, étant contourné comme les strates, annonce qu'ils étaient encore à l'état mou quand les plissements ont eu lieu. Ceux-ci sont surtout très fréquents dans le voisinage des masses de gypse et de serpentine, et des filons métalliques, dont nous parlerons plus bas. Les couches de lias, en contact, participent presque toujours à ces contournements, mais, généralement, d'une manière moins prononcée; il y a souvent enchevêtrement entre les deux groupes, et quelquefois renversement du lias sur le calcaire jurassique.

Tous les gîtes de galène, plus ou moins argentifère, des départements des Hautes et Basses-Alpes, Champoléon, l'Argentière, Bréziers, Saint-Geniès, de Dromont, le pied du mont Viso, etc., se trouvent dans cette formation, ou y pénètrent profondément; quelquefois ils sont accompagnés de roches plutoniques, à Champoléon, toujours de barytine, de quartz et de dolomies. A l'Argentière, le quartz et le calcaire lui-même sont pénétrés de galène; ils présentent aussi beaucoup de *stockwerke*, ce qui annonce que la galène est venue pendant le dépôt du calcaire. Ces gîtes renferment quelques amas irréguliers; mais, en général, ils se composent de veines qui se perdent dans la roche. Je les crois tous très peu importants, opinion confirmée par l'abandon de presque toutes les exploitations entreprises jusqu'à présent. Celle de l'Argentière, dans le haut de la vallée de la Durance, qui donne actuellement d'assez beaux produits, parce que l'on a rencontré quelques amas puissants, finira comme les autres aussitôt que ces amas seront épuisés.

Les roches schistoïdes, généralement psammitiques, passent souvent à une ardoise de bonne qualité, exploitée pour couvrir les maisons, à Pont-du-Fossé, vallée du Drac, aux environs d'Eubrun et de Briaoçon, vallée de la Durance, à Jausiers, et sur quelques autres points de la vallée de l'Ubaye, appartiennent à cette formation.

Le groupe dont nous nous occupons offre les plus grandes analogies avec celui du calcaire de la Porte-de-France, à Grenoble, qui est reconnu actuellement pour appartenir à l'étage jurassique moyen. A l'exception des traces d'Annélides, les restes organiques y sont rares; des espaces considérables en paraissent même dépourvus; mais ceux que nous avons trouvés dans le massif de Chaillole-Viel, entre la Durance et le Drac, à la montagne des

Mouges, sur la grande crête de la Blanche; près de la frontière, dans les montagnes de Saint-Ours, le long du Verdon, dans les montagnes qui dominent Allos, dans les montagnes du Cheval-Blanc et de Coupe, sur la montagne de Couson, à l'ouest de Digne, sur celle de Lure, et les autres montagnes des environs de Sisteron; à Céuze, Charance et l'Aiguille, aux environs de Gap, etc., viennent confirmer ces analogies. Les coquilles sont des Ammonites plissées, *A. tortisulcatus*, *A. plicatilis*, *A. hecticus*, *A. anceps*, etc., des Rostellaires, des Bélemnites fort rares, une Térébratule, voisine de la *T. tetraedra*, et quelques autres bivalves, Avicules, Trigouies, etc.

Des traces d'Annélides et les restes mêmes d'animaux de cette classe se rencontrent presque partout, et en quantité considérable, sur certains points, dans les grandes montagnes comprises entre le Drac et la Durance, surtout entre Embrun et Orcières, dans celles de Fours, au-dessus de Barcelonnette, et surtout dans le massif dont le mont Ventebrou est le centre; aux environs de la Condamine, vallée de l'Ubaye; plusieurs massifs compris entre la frontière et le haut de la vallée du Verdon. Parmi ceux-ci, je citerai particulièrement le mont Pelat, qui s'élève au nord du lac d'Allos, à 3054 mètres au-dessus de la mer. Cette montagne est entièrement pétrie d'Annélides, traces et animaux, qui se montrent particulièrement dans les calcaires psammittiques schistoïdes; là, il existe sur les flancs, jusqu'auprès du sommet, de grandes plaques détachées, dont les deux surfaces sont recouvertes de ces animaux enlacés et entassés les uns sur les autres, offrant des contournements, comme s'ils avaient été enfouis en se débattant contre la mort; ils sont généralement de la grosseur du doigt; quelques-uns ont jusqu'à 0^m,4 de longueur; on y reconnaît encore le canal intestinal et des apparences de tête. Je mets des fragments de ces plaques sous les yeux de la Société; on peut en avoir d'un mètre carré qui produiraient un bel effet dans les galeries du Muséum, et offriraient un grand intérêt paléontologique. Je présente aussi un échantillon pris à la montagne de Roche-Grande, au nord d'Allos, qui offre une espèce de Millepieds en très bon état. Il serait vraiment à désirer qu'un zoologiste se transportât sur ces curieux gisements; car tout ce que l'on en peut dire et les échantillons n'en donneront jamais qu'une idée très incomplète: les Annélides sont vraiment les fossiles caractéristiques de ce groupe, sur lequel je ne saurais trop attirer l'attention des observateurs. Mais ce n'est pas seulement à ce titre qu'il mérite toute l'attention

des géologues : nous avons déjà énuméré une partie des modifications remarquables que présentent ces roches ; en voici de bien plus singulières et plus importantes.

Si l'on va de Barcelonnette au col Longet, compris entre les beaux massifs du Viso et du Grand-Rubren, dont l'un atteint 3900 mètres et l'autre 3400 mètres d'altitude, en suivant la vallée de l'Ubaye, par la route qui conduit aux marbrières de Maurin, après le village de Jausiers, on voit les calcaires à Annélides parfaitement stratifiés recouvrir les marnes du lias à stratification concordante. Des bancs de roches arénacées se montrent entre les deux groupes, en pénétrant dans l'un et dans l'autre ; beaucoup de strates de l'un et de l'autre sont en partie calcaires et en partie arénacées, psammite, grès et même quartzite. Ces strates plongent vers le N.-E., sous un angle qui dépasse rarement 20°, en présentant çà et là les plis et contournements bizarres dont nous avons parlé plus haut. Les roches psammitiques passent à l'ardoise, et sont exploitées comme telles près de Jausiers et au Châtelard. En avançant vers Tournoux, on les voit prendre du talc et passer aux schistes talqueux, verdâtres et violacés. Les travaux du fort de Tournoux montrent ces mêmes schistes intercalés dans la partie supérieure du lias et dans la partie inférieure du groupe à Annélides ; eux-mêmes présentent souvent des traces de ces animaux. A Saint-Paul, où la vallée s'élargit notablement, les marnes noirâtres du lias en occupent tout le fond, et, dans les flancs des montagnes, elles sont recouvertes par les calcaires à Annélides, qui ont ici une puissance de près de 1000 mètres dans les grands escarpements ; les strates de ces derniers sont souvent séparés par des schistes talqueux, et les calcaires eux-mêmes sont imprégnés de talc et de serpentine et sont coupés par des veines de quartz blanc nombreuses. Ici le sens de l'inclinaison générale change, par suite de plusieurs dislocations que présentent les escarpements ; les strates, toujours inclinés sous un angle qui ne dépasse guère 25°, généralement, plongent vers le S.-O., et sont relevés vers le N.-E., ce qui se continue jusqu'à la frontière ; mais quelques escarpements offrent cependant des strates presque verticaux et des contournements bizarres. Le talc, la serpentine et le quartz, deviennent plus abondants dans le calcaire ; celui-ci présente, çà et là, des masses blanches d'une dolomie quartzreuse, ou quartzite magnésien.

A Maurin, sur la rive gauche de l'Ubaye, vallée de la Marie, se trouve une exploitation de marbre vert, *ophicalce*, dans lequel domine la serpentine. Cette exploitation est établie sur une espèce

de gros filon ou amas de 200 mètres de long et de 50 mètres de large, intercalé dans le calcaire à Myrianites dont il a peu dérangé la stratification. Le mur et le toit de la masse serpentineuse sont formés par un talcschiste argentin avec veines de quartz hyalin, et là le schiste est pénétré de veines de serpentines qui se fondent souvent dans sa masse. En les suivant, on les voit passer insensiblement aux calcaires schisteux qui les contiennent. Au-dessus du toit, vient une grosse masse de quartzite blanc offrant exactement la même stratification que le calcaire auquel elle se trouve intimement liée. Celui-ci est pénétré de veines de quartz jusqu'à une certaine distance, et la masse du quartzite offre beaucoup de portions calcaires pénétrées de veines de quartz, ce qui prouve clairement que le quartzite n'est autre chose qu'une épigénie du calcaire. L'ophicalce présente un tel enchevêtrement de veines calcaires et de veines de serpentine, qu'il me paraît évident que les deux matières étaient mélangées dans le dépôt, et l'une et l'autre à l'état de fusion (1). En suivant le filon jusqu'au point où il disparaît sous le calcaire, sur le flanc de la montagne, on reconnaît que les deux roches sont intimement liées et que le calcaire recouvrant l'ophicalce est tout pénétré de serpentine et de quartz. En face, sur le flanc nord de la vallée, se voit une grosse masse verdâtre, analogue à celle-ci, paraissant intimement liée au calcaire qui l'encaisse. Cette masse n'est qu'un calcaire fortement imprégné de serpentine et de tale, et pénétré par des veines de quartz blanc; elle présente des parties schistoïdes vertes et violacées, tout à fait semblables aux schistes des terrains anciens. L'ophicalce, qui ne paraît point ici au jour, se trouve probablement à une petite profondeur au-dessous.

En continuant à suivre la vallée, par la route, on rencontre une alternative de schistes talqueux, de talcschistes, de calcaires plus ou moins compactes, plus ou moins cristallins, tous si intimement liés les uns aux autres, que ce sont évidemment des parties d'une seule et même masse. A part quelques accidents locaux, la stratification est exactement la même que celle des montagnes qui forment les deux flancs de la vallée; toute la base de la montagne de la Combe-Brimont, est formée par un talcschiste offrant plusieurs couleurs, depuis l'argentin jusqu'au vert, pénétré de nombreuses veines de quartz liées à de petits filons qui coupent les strates. Ces

(1) Les marbres du tombeau de l'Empereur aux Invalides, et les plaques des candélabres de la place de la Concorde, provenant des carrières de Maurin, sont de beaux échantillons de cette roche.

taleschistes forment à peu près la moitié de l'escarpement ; vers le haut ils se chargent de calcaire et passent ainsi graduellement à celui qui les recouvre en s'étendant ensuite jusqu'au sommet de la montagne. En continuant à marcher, on trouve toujours la même alternative de roches, avec des filons et des veines de serpentine et de quartz. La seconde carrière de marbre vert se trouve après le lac Paroix encore sur le flanc sud de la vallée ; elle est établie sur une grande bande d'ophtalme de 400 mètres de large, qui traverse la vallée du sud au nord en s'étendant jusqu'au sommet des montagnes dont elle constitue plusieurs : c'est bien la même roche que dans la première ; mais elle paraît être plus solide, et les veines calcaires sont plus nombreuses, bien que la serpentine domine toujours. Ici la masse serpentineuse, qui se montre sur une grande étendue, paraît être très puissante, elle peut fournir du marbre pendant mille ans, surtout si l'exploitation n'est pas plus active qu'actuellement. De toute part elle est en connexion avec des taleschistes, au milieu desquels le calcaire ne se montre plus que rarement ; mais les veines et les filons de quartz y sont encore nombreux.

À partir de ce point jusqu'à la frontière, les masses de serpentine deviennent extrêmement nombreuses ; elles forment une grande partie des sommets dominant la vallée au nord et au sud, qui s'élèvent de 3000 à 3400 mètres au-dessus de la mer, le Pelvat, le Blavet, le Rioubrun, le roc de la Njèvre, le roc Marcel, etc. Les roches qui environnent ces sommets ont si bien conservé l'apparence et la stratification des calcaires, que leur aspect ne présente aucune différence sensible depuis Saint-Paul jusqu'au pied du mont Viso. Mais, dans toutes ces hautes montagnes, ce ne sont plus que des taleschistes argentins ou pailletés, avec nombreuses veines de quartz, offrant toutes les variétés de ceux du terrain primitif ; le calcaire, plus ou moins cristallin, ne se montre plus que par lambeaux dans le fond de la vallée et sur les flancs des montagnes où il est toujours intimement lié aux taleschistes. Les montagnes qui dominent le col Longet présentent des parties gneissiformes intimement liées aux taleschistes. Les neiges qui couvraient les flancs du mont Viso m'ont empêché de saisir les rapports qui existent entre les roches dites primitives, qui constituent cette belle montagne, et les taleschistes qui en forment la base et les flancs. Bien que dans les sommets du mont Viso les strates soient verticaux, et que, sur les flancs sud et ouest, la stratification des taleschistes concorde avec celle des autres montagnes, il m'a semblé qu'il n'existe point là de véritable solution de continuité, et que

toutes ces roches, percées çà et là par des filons granitiques, pourraient bien appartenir à la même époque, au terrain jurassique?

En revenant d'Italie en 1843, j'avais passé quelque temps à étudier le massif du mont Cenis; alors je rapportais au terrain primitif les micaschistes et les talcschistes qui y sont les roches dominantes; mais, après mes observations de cette année (1854), je n'hésite pas à dire que ces roches sont absolument les mêmes que celles de la vallée de l'Ubaye et qu'elles appartiennent par conséquent à l'étage jurassique moyen, ou en partie à cet étage et en partie au lias supérieur. En cela je suis parfaitement d'accord avec la carte géologique de la France qui les indique comme terrain jurassique modifié: reste encore à savoir si les portions de ce massif qu'elle donne au terrain primitif n'appartiennent pas aussi au terrain jurassique? On sait que toutes les roches du mont Cenis sont percées par un assez grand nombre de dykes serpentineux qui offrent avec elles les mêmes liaisons que dans le haut de la vallée de l'Ubaye.

Ainsi tout ce grand système de schistes talqueux, de talcschistes, de micaschistes passant çà et là au gneiss, percé sur plusieurs points par des masses et filons de granite, par de nombreux filons de quartz et par des masses de serpentine, qui constitue le massif du Pelvoux, une grande partie des montagnes de la frontière du Piémont, tout le massif du mont Cenis, s'élevant jusqu'à 4,100 mètres au-dessus du niveau de la mer, appartiendrait aux groupes liasique et jurassique moyen. On sait que ce même terrain, après avoir été rapporté au terrain de transition par M. Brochant, a été relevé jusque dans le lias par M. Elie de Beaumont.

Un fait d'une haute importance, c'est que, dans le sud de la chaîne des Alpes, le métamorphisme ne commence qu'à l'approche des masses serpentineuses et quartzeuses, vers la vallée de l'Ubayette.

C'est donc à l'arrivée, au milieu du lias et du terrain jurassique, des serpentines, des quartz et des roches feldspathiques, qu'il faut attribuer leur métamorphisme. Le fait est parfaitement clair sur tous les points que nous avons cités, principalement dans les vallées de la Romanche et de l'Ubaye: on y voit parfaitement le feldspath, le quartz et la serpentine s'introduire dans les diverses parties des deux groupes calcaires et les transformer. Les masses dolomitiques généralement éloignées de talcschistes, toujours fortement disloquées, sont bien évidemment des calcaires pénétrés de magnésie par une sublimation: leur état cristallin et les nombreuses petites fissures qu'elles présentent ne laissent aucun doute à cet égard. Ces nombreux dykes de serpentine qui percent les calcaires, depuis

la vallée de l'Ubaye, en France, jusque au delà du mont Cenis, en Piémont, sur une longueur de 200 kilomètres, proviennent certainement d'une grande masse jadis en fusion, dont les dykes occupent aujourd'hui les évents. Cette masse a dû fournir les vapeurs magnésiennes qui ont produit les dolomies. La serpentine était certainement accompagnée d'une grande quantité de silice dissoute dans une eau très chaude chargée d'acide chlorhydrique, qui est si commun dans toutes les éruptions volcaniques. En arrivant sur les calcaires, cet acide aura formé du chlorhydrate de chaux emporté par les eaux, et la silice, se déposant dans le même temps, aura formé les quartzites. Quand la silice s'est trouvée mélangée avec la magnésie dans la dissolution, il en est résulté les talcschistes, et cela a dû être le cas général, puisque ces roches constituent la masse principale des montagnes, dans tout l'espace où se montrent les dykes de serpentine. Des éruptions feldspathiques ont certainement eu lieu en même temps; elles sont représentées aujourd'hui par les protogines, roches granitiques et gneissiques qui contiennent les trois substances réunies : feldspath, quartz et serpentine, cette dernière étant plus ou moins modifiée.

Tous les géologues conviendront avec moi que toutes les roches plutoïques des Alpes, à peu d'exceptions près, étant caractérisées par la présence d'une grande quantité de magnésie, à l'état talqueux et serpentineux, il est probable qu'elles viennent d'une même source, et, comme elles sont toutes intimement liées, elles doivent appartenir à une même époque. Les faits que nous avons rapportés prouvent que les serpentines, les quartz et plusieurs masses de protogine, ont fait éruption pendant la durée du dépôt de l'état jurassique moyen; c'est donc à cette époque qu'il faut rapporter la venue de la plupart de ces masses anormales que l'on avait d'abord rangées dans le terrain primitif, et qui constituent plusieurs des hautes sommités des Alpes.

Terrain néocomien.

L'étage du calcaire à Annélides se termine quelquefois par des conglomérats qui offrent des fragments réunis par un ciment calcaire, montagne de Morgon, du Pouzeuc, etc., entre la Durance et l'Ubaye, le Mourrefret, et quelques autres sommets entre le Drac et la Durance. Ces conglomérats pourraient bien appartenir au terrain néocomien, qui forme la montagne de Mance sur le plateau de Bayard, entre le Drac et la Durance. Entre l'escarpement de la Rochette, formé par le calcaire à Anné-

lides, et la montagne de Mance, les cultures empêchent de voir le contact des deux groupes; mais plus à l'ouest, dans la vallée du Buech, en montant celle de l'Espervier, qui vient tomber près de la roche des Arnauds, on voit parfaitement le calcaire à Annélides recouvrir le lias à stratification concordante, et le premier, recouvert à son tour de la même manière par le terrain néocomien (fig. 7), contenant l'*Ammonites Astierianus*, le *Spatangus retusus*, l'*Ostrea Couloni*, des *Catilus*, et le *Belemnites dilatatus*. Ce terrain prend là un développement considérable, une puissance de 1000 mètres; il s'étend depuis le hameau de Matachare jusqu'au sommet du Bure en Dévoluy, où il atteint 2715 mètres au-dessus de la mer. Ce groupe présente ici trois étages: des marnes bleuâtres ou grises, toujours d'une couleur moins foncée que celles du lias, alternant avec de minces strates de calcaire marneux, des strates de calcaire marneux séparés par de minces lits de marne: c'est dans cette partie que les fossiles sont le plus abondants; enfin une puissante masse de calcaire compacte jaunâtre lithographique, divisée en gros strates, dans laquelle je n'ai rencontré qu'une petite ostracée et des Orbitolites. Le terrain néocomien recouvre l'étage jurassique moyen, toujours à stratification concordante dans toutes les montagnes de la rive droite de la Durance, entre celles de Céuze et de Lure, et se retrouve sur tout le pied méridional de cette dernière, avec de nombreux restes organiques, plongeant vers le sud pour aller s'enfoncer sous le diluvium de la vallée de la Durance et le terrain tertiaire de Forcalquier. Après Sisteron, sur la rive gauche de la même rivière, il se montre au pied de la montagne de la Beaume, où il forme des collines dans lesquelles les strates, plongeant toujours vers le sud, vont disparaître sous le terrain miocène de la vallée de la Bléonne.

Dans ma note sur les Alpes dauphinoises citées plus haut, j'ai dit que tout le grand escarpement du Vercors, formant le versant ouest de la vallée de la Gresse, sous lequel on voit s'enfoncer les calcaires à Bélemnites, présente deux étages: l'inférieur, composé d'une alternance régulière de strates presque d'égale épaisseur, d'un calcaire marneux et de marnes bleuâtres, caractérisé par l'*Exogyra sinuata* et le *Spatangus retusus*; le second, d'une assise d'un calcaire jaunâtre, en strates irréguliers, d'une puissance qui dépasse 500 mètres, et dans lequel j'ai trouvé des Orbitolites et le *Belemnites semicanaliculatus*. Alors je n'avais pas pu voir la superposition immédiate du terrain néocomien sur l'étage jurassique.

Aux environs de Castellanne et de Taulanne, le terrain néoco-

mien, caractérisé par de nombreux fossiles, recouvre l'étage jurassique moyen en stratification concordante; il remonte ensuite la vallée du Verdon jusqu'au delà de Thorame haute, où il constitue la partie supérieure des montagnes qui dominent ce village, au nord Charnatte, et au sud Cordeuil, qui s'élèvent jusqu'à 2148 mètres au-dessus de la mer. Là, les calcaires néocomiens se divisent en plaquettes sonores, qui couvrent les plateaux et forment sur les pentes des talus de pierrailles sur lesquels on descend très difficilement. J'ai trouvé dans ces plaquettes le *Spatangus retusus*, l'*Ammonites Astierianus*, deux autres Ammonites tuberculeuses, non encore nommées, des *Calilus*, des polypiers, etc. Le terrain à plaquettes (néocomien), avec les fossiles précédents, et reposant toujours à stratification concordante sur les calcaires jurassiques, se trouve sur la rive gauche du Verdon, au mont de Rente, qui domine la colle Saint-Michel; il s'étend de là jusqu'au près d'Annot, où il doit s'enfoncer sous le terrain nummulitique; mais je ne l'ai pas suivi jusque là.

Bien qu'il existe ici un grand hiatus géologique entre les étages jurassique moyen et néocomien, puisqu'ils sont en contact, je n'ai remarqué aucune différence entre les stratifications qui m'ont toujours paru concorder parfaitement.

Par les diverses communications que M. le professeur Lory lui a faites, la Société sait que les divers étages crétacés se retrouvent dans les Alpes dauphinoises, surtout aux environs de Grenoble, au-dessus du terrain néocomien, intimement liés et parfaitement concordant avec lui. Nos Alpes présenteraient donc six groupes des formations secondaires : le lias, les grès supra-liasiques, l'oolite inférieure, l'étage moyen jurassique, le terrain néocomien et le terrain crétacé, formant une série parfaitement régulière, dans laquelle les rares discordances de stratification ne sont que des accidents locaux (fig. 10).

L'étage jurassique moyen est de beaucoup le plus développé dans les Alpes, soit à l'état calcaire, soit à l'état de schistes talqueux, talcschistes, micaschistes, et gneiss même.

Presque toutes les masses calcaires qui constituent les hauts sommets et les plateaux élevés lui appartiennent : c'est l'ancien calcaire alpin de M. de Humboldt, qu'on a rangé longtemps au-dessous du trias, tandis qu'il se trouve réellement au-dessus du lias. Quant aux terrains néocomien et crétacé, ils ne se montrent en masses plus ou moins étendues, que sur les montagnes des versants sud et ouest : je ne les ai jamais rencontrés dans la partie centrale de la chaîne, où se trouvent les plus hautes montagnes.

Terrain nummulitique.

Au pont de Colmars, dans la vallée du Verdon, un calcaire marneux bleuâtre, offrant une stratification irrégulière, et se divisant en gros fragments ellipsoïdaux, irrégulièrement schistoïdes, recouvre les marnes du lias à stratification discordante. Il y a une si grande analogie entre les deux roches qui sont en contact près de la fontaine intermittente, qu'elles sont faciles à confondre ; mais le lias se divise là, et dans toute la vallée du Verdon, en petits prismes rhomboïdaux, souvent assez longs, tandis que le calcaire marneux supérieur n'offre jamais cette structure ; il se divise en fragments irréguliers de grandeur variable, toujours plus ou moins schistoïdes. Celui-ci contient des Nummulites, des Cérites, des Natices, des Cyprines, des Peignes, des Turbinolies, des Operculines, etc., fossiles de l'époque tertiaire dont il n'existe aucune trace dans les roches du lias. Ce calcaire marneux est recouvert par un grès quartzeux très dur, passant au macigno, sur lequel est bâti le fort de Savoie, et qui forme tout le sommet de la montagne de la Gardette, dominant Colmars au nord-ouest. Ici, de fortes dislocations empêchent de saisir les rapports de stratification entre les deux espèces de roches.

Sur la rive gauche du Verdon, à l'entrée de la vallée de la Sence, que suit le chemin conduisant au sommet du grand Coyer, la partie inférieure des escarpements présente le lias en strates peu inclinés vers le S.-E., recouvert par les calcaires compactes, avec Annélides, dont la puissance ne dépasse guère 20 mètres. Sur ceux-ci, on voit çà et là des plaques et de petits amas d'un calcaire brun très dur, même un peu cristallin, rempli de Nummulites. Ces plaques s'enfoncent sous des talus d'un calcaire marneux, identique avec celui du Pont et contenant les mêmes fossiles. Ces talus sont couronnés par des macignos passant au grès quartzeux, et dans lesquels on trouve encore des Nummulites. En avançant dans la vallée, le calcaire à Nummulites se développe de plus en plus : il forme bientôt un étage de plus de 50 mètres de puissance, irrégulièrement stratifié, qui offre la division en gros blocs ellipsoïdaux. Les strates sont parallèles à ceux du calcaire à Annélides, qu'ils recouvrent. On remarque cependant ici une séparation marquée entre les deux groupes : c'est une ligne ondulée, parallèle à la stratification (fig. 8), qui montre au-dessous d'elle la surface du calcaire jurassique corrodée, comme si elle avait été exposée, pendant un certain temps, à

l'action d'un liquide avant le dépôt du calcaire à Nummulites. Au-dessus de celui-ci, vient une masse de grès quartzeux passant au macigno, dont la puissance dépasse 300 mètres, qui forme tout le reste de l'escarpement, découpé par des fentes verticales d'une manière tellement pittoresque, qu'il offre l'aspect de ces fortifications du moyen âge flanquées de tours. Cette masse de grès présente une stratification très régulière, parallèle à celle des calcaires inférieurs, plongeant légèrement vers le S.-E. Les deux côtés de la vallée présentent les mêmes roches jusque un peu au delà du hameau de Beauregard, où les calcaires jurassiques disparaissent entièrement sous le calcaire à Nummulites. Les escarpements de grès arrivent ensuite jusqu'au fond de la vallée dans laquelle on voit çà et là des monticules de calcaire marneux à Nummulites. Au-dessus des escarpements, le grès est recouvert à stratification concordante par une puissante assise de schistes argilo-calcaires brunâtres, contenant des strates d'un macigno schistoïde micacé, passant çà et là au grès quartzeux, et qui ne m'a présenté d'autres restes organiques que des fucoides se croisant dans tous les sens, très nombreux sur certains points. Ce troisième étage a pris un grand développement sur la frontière du Piémont, où il forme une grande partie des sommets qui atteignent jusqu'à 2700 mètres d'altitude, depuis le lac d'Allos jusqu'à la vallée du Var, limite de mes observations. Le troisième étage du terrain à Nummulites offre de grandes analogies pétrographiques avec les roches qui constituent la plus grande masse de l'Apennin, contenant en outre les mêmes fucoides, et qu'on avait rapportées, bien à tort, au terrain crétacé. Plusieurs grands sommets, le grand Coyer (2700 mètres), Laupou, etc., et crêtes élevées, sont cependant encore formés par le grès quartzeux, sans être recouverts par les roches marneuses à fucoides.

C'est dans le quadrilatère, compris entre la vallée du Chadoulin, qui descend du lac d'Allos dans celle du Verdon, la frontière, la vallée du Verdon et celle du Var, que le terrain à Nummulites a pris son plus grand développement, dans toute la portion des Alpes située au sud de la vallée de la Guisanne; sur un grand nombre de points, les trois étages y sont très bien développés, toujours parfaitement concordants et intimement liés entre eux. Dans le Raneau qui borde la rive droite du Verdon, depuis le beau massif des Trois-Évêchés, au nord d'Allos, jusqu'à celui de Chamatte, au-dessous de Colmars, les grès à Nummulites, surmontés çà et là par l'étage à fucoides, forment plusieurs sommets et plateaux, rocher de Rognous, le Tapy, la Gardette, etc.; mais

ensuite il disparaît complètement. Au lac d'Allos, le calcaire à Nummulites, surmonté par les grès, recouvre les calcaires à Annélides tout le long de la frontière, et forme les rochers si remarquables qui environnent le lac, connus sous le nom de *Tours*. Ici se présente un fait qu'il faut signaler : les grès à Nummulites bordant le lac au nord, et que l'on voit parfaitement reposer sur les calcaires à Annélides de la frontière, sont tellement analogues à ceux qui se trouvent à quelques centaines de mètres plus loin, à la base du mont Pelat, recouverts par les mêmes calcaires, qu'il est très facile de les confondre et qu'on les a souvent confondus. Du sommet du mont Pelat, on voit les grès à Nummulites se prolonger vers le N.-E., en Piémont, en formant plusieurs crêtes et sommets de 3000 mètres d'altitude ; mais du côté du nord, en France, ils ont complètement disparu, et, jusqu'à la vallée de Barcelonnette, entre le Verdon et la frontière, les sommets et les plateaux sont uniquement formés par les calcaires à Annélides, au-dessous desquels on trouve l'étage marneux du lias formant tous les talus et le fond des vallées.

Si l'on suit le chemin d'Allos à Barcelonnette, au delà du col de Chancelaye, sur la montagne de Ginette qui domine, au nord, le hameau de la Malunc, on trouve un petit lambeau de calcaire à Nummulites dont de gros blocs sont tombés dans le fond de la vallée. Ici les Nummulites (*N. contorta*), accompagnées de Cérites et de Peignes, sont généralement plus grandes qu'une pièce de 50 centimes. Le lambeau nummulitique, qui n'a ici que 200 à 300 mètres d'étendue, forme un chapeau posé transgressivement sur les tranches du lias.

Dans aucune des montagnes qui environnent la belle vallée de Barcelonnette, je n'ai retrouvé le terrain à Nummulites, non plus que dans celles qui encaissent la vallée de l'Ubaye, de Jausiers à la frontière. Mais il reparait dans celle de l'Ubayette, où il borde à droite et à gauche, toute la portion nommée vallon du Lauzanier. Là, ce terrain présente les trois étages que nous avons décrits plus haut, caractérisés par les mêmes restes organiques très nombreux ; mais c'est l'étage moyen, celui des grès et macignos, qui est le plus développé. Autour du lac, les grès plongeant fortement vers le nord, recouvrent les calcaires marneux à Nummulites qui n'ont pas toujours 20 mètres de puissance. Au-dessus et à l'est du lac, ceux-ci recouvrent directement le calcaire compacte à Annélides, à stratification concordante ; il y a même liaison entre les deux groupes : sur le dernier strate jurassique on trouve des plaques un peu plus foncées en couleur, remplies de Nummulites telle-

ment adhérentes, qu'on ne peut les enlever souvent qu'avec une partie du calcaire inférieur ; mais celui-ci ne contient jamais de Nummulites. On retrouve ici avec ces coquilles tous les autres fossiles dont nous donnons plus bas la liste.

De la vallée de l'Ubayette jusqu'au mont Viso, je n'ai trouvé aucune trace du terrain nummulitique. Cette vallée paraît être sa limite nord, car de là jusqu'au mont Blanc, la carte géologique de la France n'en indique point.

En descendant la vallée de l'Ubaye, au-dessous de Barcelonnette, on le retrouve à la montagne du fort Saint-Vincent, où les roches arénacées de l'étage moyen prennent un assez grand développement. Je ne l'ai pas reconnu dans le massif montagneux compris entre l'Ubaye, la vallée du Guil et celle de la Durance, qui est presque entièrement teintée en jaune dans la carte géologique. Il est vrai que je n'ai visité qu'une partie des sommets de ces massifs. Ceux-ci sont formés par les calcaires à Annélides, au-dessous desquels se montrent très souvent les grès anthracifères, et tous ceux sur lesquels je ne suis pas allé m'ont paru constitués de la même manière. Il en est de même pour le grand massif compris entre la vallée de la Durance et celle du Drac, dont j'ai visité la plus grande partie des sommets ; là je n'ai encore trouvé que le calcaire à Annélides, tantôt compacte ou schistoïde, tantôt tellement cristallin, que c'est un véritable marbre, dont la couleur varie du blanc pur au gris noirâtre veiné, en passant par le rose panaché, et reposant çà et là sur les grès anthracifères, dont la puissance dépasse quelquefois 200 mètres, et que les auteurs de la carte géologique ont dû confondre avec les grès à Nummulites.

A l'ouest et au pied de ce massif, à la montagne de Faudon, il existe, sur une petite étendue au-dessous de la tour Saint-Philippe, un lambeau du terrain nummulitique, reposant directement, et en discordance, sur les marnes du lias et peut-être aussi sur le calcaire jurassique. Ce lambeau se compose de calcaires grossiers remplis de petites Nummulites, de Cérites, de Natices, etc., recouverts çà et là par des grès quartzeux passant au macigno, dans lesquels les coquilles sont rares, mais qui présentent cependant encore des Nummulites. Ce lambeau est si disloqué, que ces roches paraissent souvent mêlées à celles du lias.

À 8 kilomètres de là, sur le versant nord de la vallée du Drac, le terrain nummulitique a pris un très grand développement dans le massif de Chaillol-le-Viel. Toute la base de cette belle montagne est formée par l'étage marneux du lias, surmonté par des grès quartzeux, passant au psammite, qui sont recouverts par les

calcaires compactes à Annélides. Dans ceux-ci, j'ai trouvé l'*Ammonites plicatilis* à la montagne de Soleil-Biou, où le calcaire se trouve recouvert par les roches nummulitiques. C'est à la montagne de Corbière, à l'est de Pont-du-Fossé, à l'entrée de la vallée de Champoléon, que les rapports entre les terrains jurassique et nummulitique sont le plus faciles à observer (fig. 9). L'étage marneux du lias qui forme la base de la montagne est recouvert par trois ou quatre strates de grès quartzeux psammitique, parfaitement concordants et intimement liés avec lui; sur ceux-ci vient une masse de 10 à 15 mètres de puissance, mal stratifiée, mais concordante avec les deux premières, de calcaire à Annélides; celle-ci est recouverte, d'une manière concordante, par le calcaire marneux à Nummulites, Cérîtes, Dentales, Natices, Turbinolies, etc., qui se divise encore ici en gros fragments ellipsoïdaux. Ce dernier est collé sur le calcaire jurassique, bien que l'œil distingue une fissure irrégulière entre eux tout le long de l'escarpement. Ces fossiles sont ici très abondants. Cette masse calcaire-marneuse, qui n'a pas plus de 20 mètres d'épaisseur, est recouverte, à stratification concordante, par les grès quartzeux, passant au macigno, qui vont buter contre le calcaire jurassique formant la grande masse de la montagne, et dont les débris viennent recouvrir le grès nummulitique.

En se dirigeant du côté de Saint-Bonnet et suivant l'escarpement de Chaillol, dans le lit de plusieurs ravins, on voit les calcaires jurassiques recouverts par ceux à Nummulites et souvent d'une manière sensiblement concordante. Sur la pente sud de la montagne de Soleil-Biou, dont nous avons déjà parlé, on voit l'étage marneux du lias recouvert d'une manière concordante par une assise de psammite passant au macigno, sans fossiles, qui va s'enfoncer sous un escarpement de calcaire compacte, dans lequel j'ai trouvé l'*Ammonites plicatilis*. Le sommet de cet escarpement est formé par un macigno marneux rempli de Cérîtes, de Turbinolies, etc. Toute la partie supérieure du massif de Chaillol-le-Viel paraît formée par une masse arénacée, souvent schistoïde, grès, macigno, etc., appartenant au terrain nummulitique, puisqu'on les voit reposer en plusieurs points sur les calcaires grossiers remplis de Nummulites, de Cérîtes, de Turbinolies, etc. La stratification de cette masse arénacée est généralement peu inclinée; sur quelques points seulement elle présente des plis, des contournements et des fractures qui ne se propagent pas sur une grande étendue. Sur la pente occidentale, au-dessous du sommet de Chaillol-le-Viel, on voit les roches nummulitiques recouvrir d'une

manière concordante, mais sans liaison, des schistes talqueux qu'on peut suivre en descendant cette pente et voir passer d'une manière continue aux marnes schisteuses du lias qui sont au-dessous. A Chaillol, le terrain nummulitique présente un grès moucheté, macigno, avec mouchetures brunes, que je n'ai trouvé que dans cette localité, et qui est employé comme pierre de taille dans toute la contrée. Sur quelques points, et principalement aux environs de la crête de la Cavale, ce grès moucheté paraît s'enfoncer sous le calcaire jurassique moyen, ce qui m'avait fait croire, en 1851, qu'il faisait partie de l'assise arénacée inférieure à ce calcaire, terrain anthracifère. Mais cette année, 1854, ayant de nouveau visité cette curieuse montagne de Chaillol-le-Viel, j'ai parfaitement reconnu que le grès moucheté formait une assise du terrain nummulitique. En remontant le torrent des combes creusé dans l'étage marneux du lias, dont les parties supérieures, très schisteuses, sont remplies de Posidonies, on trouve, au pied de l'escarpement dans lequel M. Martin a percé une galerie dans l'espoir d'arriver à la découverte d'une mine de charbon, parce qu'il se trouve là, entre les strates du calcaire nummulitique, deux ou trois petites veines charbonneuses de 0^m,4 d'épaisseur fort irrégulière, on trouve, dis-je, une grosse masse de calcaire compacte, jurassique, de 12 à 15 mètres de puissance, qui repose sur les schistes à Posidonies. Au-dessus de cette masse, et dans un grand état de bouleversement, existe un conglomérat grossier, formé de gros fragments de gneiss, de schistes talqueux et micacés, de calcaire jurassique, etc., réunis par un ciment de macigno rougeâtre ou brun, dans lequel je n'ai pu découvrir aucune trace de restes organiques. Ce même conglomérat se prolonge fort loin du côté de l'ouest, en formant la base du système nummulitique. Vers la partie supérieure, il passe par des macignos gris à un calcaire grossier noirâtre, rempli de Cérites, de Natices, avec quelques bivalves, régulièrement stratifié, et dont les strates paraissent horizontaux (1). Après le calcaire, viennent des macignos noirâtres, remplis des mêmes coquilles, dans lesquels se trouve creusée la galerie dont nous venons de parler. Vers le haut, ces dernières roches passent insensiblement à un macigno plus dur et plus quartzeux, contenant les petites Nummulites de Faudon, des Natices et beaucoup de fragments de coquilles. En continuant à monter, on voit le macigno quartzeux passer de nouveau au cal-

(1) Voyez la coupe et les détails de cette localité donnés par M. Lory, *Bulletin*, 2^e sér., t. XII, p. 18 et suivantes.

caire grossier rempli de Nummulites et de polypiers. Celui-ci est bientôt recouvert par un macigno gris, à grains fins, avec lequel il se lie intimement, et qui paraît dépourvu de fossiles. Ce dernier passe au grès moucheté, qui forme toute la partie supérieure de l'escarpement, dans lequel il acquiert une puissance considérable. Je n'ai point trouvé de fossiles dans cette dernière roche. Après le grès moucheté on trouve des macignos schistoïdes de couleurs claires, très fracturés à la partie supérieure, sur lesquels on marche jusqu'au pied du pic de Chaillol-le-Viel, formé de roches cristallines, gneiss, micaschistes, talcschistes, traversés par de nombreux filons de quartz, qui s'élève à 3160 mètres au-dessus du niveau de la mer : les macignos schistoïdes contiennent des fucoïdes. Nos trois étages du terrain nummulitique existeraient donc dans le massif de Chaillol ; mais ils ne sont pas aussi tranchés que dans les montagnes du Lauzanier et celles qui bordent, à l'est, la vallée du Verdon.

Depuis le ravin des Infornas, à l'ouest, jusqu'à la vallée de Champoléon, à l'est, dans une épaisseur de près de 1400 mètres, de 1400 à 2800 mètres d'altitude, à l'exception du sommet et de plusieurs masses de calcaire jurassique moyen, qui sortent du terrain nummulitique, dans la région orientale, la partie supérieure du massif de Chaillol-le-Viel est constituée par le terrain nummulitique, composé comme nous venons de le dire, et reposant tantôt sur le calcaire jurassique moyen, à stratification sensiblement concordante, tantôt sur les schistes du lias et sur les schistes cristallins, à stratification discordante ; il forme là un ensemble limité de toute part, qui fait naturellement naître l'idée d'un ancien bassin très profond, qui se trouve aujourd'hui remplacé par une montagne élevée de 3160 mètres au-dessus du niveau de la mer, et de 2160 mètres au-dessus de celui des eaux du Drac, qui en baigne le pied. Au pied du sommet de Chaillol-le-Viel, et venant buter contre les roches cristallines, vers 2800 mètres d'altitude, il existe plusieurs gros strates, d'un calcaire noirâtre, rempli de fragments de coquilles et de très grandes Huîtres, que j'avais d'abord cru appartenir à l'étage crétacé supérieur. M. Lory, tome XII, page 26, dit y avoir reconnu de petites Nummulites et beaucoup d'autres foraminifères dont les formes sont toutes tertiaires ; de plus, il a suivi ces mêmes couches jusque dans le vallon de Touron, où elles sont remplies de Nummulites, et recouvertes par une puissante masse de macignos, comme au sud de la montagne. Les couches du calcaire à grandes Huîtres qui gisent au-dessous du sommet de Chaillol sont aussi recouvertes en stratifi-

cation concordante par les nacignes nummulitiques. Nous trouvons donc ici les couches de calcaire à Nummulites à une altitude de 2800 mètres, et dans l'escarpement de la montagne de Corbière, décrit plus haut, elles descendent à 1200 mètres, ce qui donne une différence de niveau de 1600 mètres entre les deux parties d'une même assise, qui a dû être déposée sensiblement au même niveau. La vallée du Verdon nous offre de pareilles dislocations : le calcaire à Nummulites se trouve près de Colmars, à 1300 mètres d'altitude, et au lac d'Allos, un peu plus au nord, il est à 2350 mètres; au Lauzanier il atteint une altitude de 2700 mètres. Ces faits prouvent qu'un grand bouleversement a eu lieu dans nos Alpes après le dépôt du terrain nummulitique, qui a dû commencer sur des surfaces qui n'étaient pas alors à plus de 1300 mètres au-dessus du niveau actuel de la Méditerranée.

Les restes d'animaux marins que renferme ce terrain sont généralement beaucoup plus abondants dans le premier étage que dans le second; bien qu'ils ne se trouvent pas également distribués de haut en bas, je ne crois pas qu'il soit possible d'établir des niveaux particuliers à un certain nombre d'espèces, comme l'ont prétendu quelques géologues. Les Nummulites sont généralement très nombreuses dans les parties inférieures (Faudon, montagne de Corbière, vallée de la Senne, le Lauzanier, etc.) où elles se trouvent mélangées avec les Cérites, les Natices et les polypiers; mais elles se retrouvent en plus ou moins grande abondance jusqu'à l'étage des fucoides (M. Lory, mémoire cité, page 22). On ne peut donc voir dans cet ensemble qu'une seule formation, composée de trois étages, qui ne se distinguent pas toujours les uns des autres (Montagne de Chaillol). Voici la liste des fossiles :

Nummulites contorta, *N. striata*, *Dentalium substratum*, *Conus stromboides*, *Fusus subcarinatus*, *F. Noe*, *Cerithium plicatum*, *C. Bonelli*, *C. crenulatum*, *C. costellini*, *C. elegans*, *C. diaboli*, *C. Cardieri*, *C. semi-gyranulosum*, *Mitra cancellina*, *Melania costellata*, *Natica intermedia*, *N. labellata*, *Cyrena cucuriformis*, *C. convexa*, *Cardium granulosum*, *Cytherea Filanove*, grandes Huitres, polypiers, *Madrepore*, *Oculina*, *Caryophyllia*, *Astrea geometrica*, *A. brevissima*, *Turbinolia brevis*, *T. semi-striata*, *T. irregularis*. Les fucoides du troisième étage peuvent se rapporter aux *Fucoides Targioni* et *intricatus*, que M. Ad. Brongniart regarde comme propres aux dépôts antérieurs à la craie blanche (1); et en Savoie, les couches à Nummulites, inférieures au calcaire à fucoides,

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. X, p. 47.

reposent directement sur un calcaire argileux, compacte, contenant l'*Ananchytes ovata* et la *Belemnitella mucronata*; ajoutons à cela que la liste des coquilles et des polypiers que nous venons de donner rapproche le terrain nummulitique des Alpes du terrain éocène.

Le gisement de ce terrain, dans des espaces circonscrits, souvent peu étendus, comme à Chaillol, au Lauzanier, à la montagne Saint-Vincent, et même sur la rive gauche du Verdon, où il a pris son plus grand développement, séparés les uns des autres par de grandes masses de calcaires jurassiques, annonce son dépôt, par bassins séparés, à la manière des terrains tertiaires : sa puissance est si considérable, qu'on ne peut admettre qu'il ait été détruit dans tous les espaces occupés par le terrain jurassique qui sépare les divers dépôts nummulitiques les uns des autres. Sur le sommet des montagnes, comme dans le fond et sur les pentes des vallées, je n'ai jamais vu le terrain nummulitique recouvert par aucun dépôt stratifié, et cependant, comme nous allons le dire, les étages miocène et pliocène réunis, occupent de grands espaces au pied des versants occidentaux et méridionaux de nos Alpes. Un soulèvement considérable a donc eu lieu dans ces montagnes entre les dépôts des étages éocène et miocène de la grande époque tertiaire.

Terrains miocène et pliocène.

Le terrain miocène, généralement composé de deux étages, marnes bleuâtres, servant de base à des macignos et calcaires grossiers, caractérisés par un grand nombre de fossiles parfaitement conservés, a pris un très grand développement au pied occidental des Alpes dauphinoises (1), depuis Moirans, au coude de l'Isère, jusqu'à Montélimart, d'où il s'étend ensuite jusque sur les côtes de la Méditerranée : on en trouve des lambeaux plus ou moins étendus, dans la grande vallée du Vercors, dans celles du Dévoluy, du Braç et de la Durance ; c'est le terrain de mollasse de plusieurs géologues. Dans toutes ces localités, il est recouvert par le terrain pliocène, avec lequel je l'ai toujours vu intimement lié.

Dans les vallées de la Durance et de la Bléonne, entre Sisteron et Digne, le terrain miocène, recouvert à stratification concordante par le pliocène, a pris un assez grand développement. La

(1) Voyez la *Carte géologique de la France*.

partie inférieure de ce massif est composée de marnes bigarrées, bleuâtres, rouges, jaunâtres, avec des strates subordonnés de macigno rouges et gris, plus ou moins solides, et donnant souvent une excellente pierre de taille, entre Digne et Malijay. Ces strates de macigno contiennent souvent des cailloux roulés et passent à des poudingues, souvent assez durs pour être polis. Dans la partie supérieure du terrain, ces poudingues prennent souvent une grande puissance et forment alors l'étage pliocène. Les strates de poudingues sont généralement séparés par des couches de marnes irrégulières.

Entre Digne et Malijay, au nord de la Bléonne, l'étage pliocène forme des montagnes, le Rupt, Vumense, etc., qui s'élèvent jusqu'à 1430 mètres au-dessus de la mer, ou de 1000 mètres au-dessus des eaux de la Durance, qui baigne leur pied. Dans le lit de la Durance et celui de Vançon, son affluent, les marnes bigarrées, plongeant vers le N.-E. sous un angle qui ne dépasse guère 15°, recouvrent d'une manière généralement concordante les marnes bleues du terrain néocomien, mais d'une manière discordante le lias et les calcaires jurassiques, toutes les fois qu'elles se trouvent en contact avec eux.

Ce massif tertiaire, conservant toujours la même position et finissant par contenir de nombreux restes organiques, qui ne permettent aucun doute sur sa position dans la série géologique, s'étend, sans interruption, depuis le pied des Alpes, où son altitude atteint 1430 mètres, jusque sur les côtes de la Méditerranée, en formant les collines de la Provence, souvent si remarquables par leurs teintes variées.

Dans la partie supérieure de la vallée de la Durance, des lambeaux du terrain pliocène se trouvent à Embrun et à Mont-Dauphin jusqu'à 1050 mètres au-dessus du niveau de la mer, ce qui prouve que la mer pliocène a dû pénétrer fort avant dans les vallées de nos Alpes après le grand soulèvement du terrain nummulitique.

Terrain diluvien.

Dans les vallées de la Durance, du Drac, de la Bléonne, etc., les poudingues pliocènes, en strates plus ou moins inclinés, sont quelquefois recouverts par des couches horizontales, par des amas, mal ou même non stratifiés, de cailloux roulés, souvent agglutinés par un ciment calcaire, contenant des lits de sables et de graviers semblables à ceux que les rivières forment encore maintenant,

sur la route entre la Mure et Corps, aux environs de Sisteron, de Château-Arnoux, etc. Ces dépôts s'élevaient jusqu'à 80 mètres au-dessus de l'étiage actuel des rivières, et se trouvent aussi à quelques mètres seulement au-dessus.

En cheminant le long du cours de la Durance, puis le long de celui du Rhône, on suit ces mêmes dépôts de cailloux roulés jusqu'à la grande plaine de la Crau, dont ils forment le sol. Dans la vallée de la Bléonne, où il n'existe que des calcaires et des marnes, les cailloux sont calcaires et proviennent presque tous des calcaires jurassiques et néocomiens, plus solides que ceux du lias. Mais dans celles du Drac et de la Durance, où il existe beaucoup de roches cristallines en place, les cailloux appartiennent généralement à ces roches : granite, gneiss, diorite, protogine, ophiolite, ophicalce, micaschiste, talcschiste, etc.

Les eaux qui ont charrié cette grande quantité de débris, durant l'époque qui a immédiatement précédé l'ordre actuel des choses, se sont certainement élevées à plus de 80 mètres au-dessus de l'étiage actuel des rivières ; elles ont dû partir du centre des Alpes pour se rendre dans la mer, qui couvrait certainement alors la plaine de la Crau. On sait que les versants italiques présentent aussi les mêmes phénomènes diluviens, d'où il suit que les forces qui ont produit ces phénomènes, développés sur une si grande échelle, provenaient certainement du centre des Alpes.

Terrains glaciaires.

Un autre genre de dépôts de transport extrêmement remarquable se rencontre çà et là sur les versants et le fond des vallées : je veux parler de ceux des anciens glaciers. Il en existe sur plusieurs points de la vallée de la Luye, qui passe à Gap, et dans celles de la Durance et du Drac, comme je l'ai montré dans un *Mémoire* présenté à l'Académie en 1852, et publié dans le *Bulletin de la Société* (1) : depuis, j'en ai reconnu dans la vallée de la Blanche et dans celle de la Bléonne, au-dessus de Digne, à Maure, à Saint-Paul, Pompiéri, etc., entre Digne et Brusquet, dans le haut de la vallée du Verdon qui est dominée par des sommets de 3050 mètres d'altitude. Partout les anciennes moraines recouvrent immédiatement, et d'une manière discordante, les dépôts diluviens, dont les anciens glaciers ont souvent poli et strié les roches en passant dessus, comme il a été dit dans le *Mémoire* cité plus haut.

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. X, p. 424.

Un fait sur lequel je ne saurais trop insister, c'est que les dépôts glaciaires ne se rencontrent que sur quelques points seulement, et non dans toutes les vallées dans lesquelles il y aurait certainement dû avoir des glaciers fort étendus, si dans la série des phénomènes géologiques il se fût jamais produit une époque glaciaire, comme le prétendent certains géologues.

Dépôts modernes.

Dans des montagnes aussi élevées que les Alpes, et dans lesquelles les roches constituantes présentent une immense quantité de fentes et de fissures, les causes actuellement agissantes, émanations de l'intérieur de la terre, passage et infiltration des eaux pluviales, séjour prolongé des neiges sur les pentes et les sommets, action de la pesanteur, variations de température, etc., doivent produire une quantité de phénomènes curieux, et dont l'étude est de la plus haute importance pour la géologie et l'agriculture. Ces phénomènes sont tellement nombreux et si variés, et leur étude exige chez l'observateur des connaissances si différentes, si étendues et l'emploi de tant d'années que les capacités et la vie d'un seul homme ne sauraient y suffire. Des savants du premier ordre, les Saussure, les Charpentier, les Agassiz, etc., l'ont déjà beaucoup avancée, et, dans ces derniers temps, MM. les ingénieurs Surell (1) et Scipion Gras (2) ont publié, sur les dévastations des torrents et les dépôts qu'ils forment continuellement sur les pentes et le fond des vallées, des ouvrages extrêmement remarquables et de la plus haute importance pour l'avenir de la contrée.

On comprend d'après cela, que je n'entreprene pas la description des dépôts formés, dans les Alpes, par les agents actuellement en action. J'ai parcouru pendant plusieurs années ces montagnes en exécutant des travaux géodésiques qui ne me permettaient de donner qu'une très petite partie de mon temps aux études géologiques. Je me décide à publier les observations que j'ai faites, seulement pour faire comprendre combien cette contrée est intéressante sous le rapport géologique, et pour engager nos collègues de la Société, qui ont de la force, du temps et de l'argent à dépenser, à en disposer en faveur des Alpes, encore si peu connues,

(1) *Études sur les torrents des Hautes-Alpes*, in-4, Paris, 1841.

(2) *Exposé d'un nouveau système de défense contre les cours d'eau torrentiels des Alpes*, in-8, Paris et Grenoble, 1850.

et dont l'étude, rigoureusement faite, amènera de grands changements dans les idées qu'on s'est faites sur la nature, la position et les relations des roches cristallines.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Des faits exposés dans ce mémoire, il résulte que les Alpes françaises présentent une série de terrains stratifiés parfaitement régulière, malgré les grandes dislocations que ces terrains ont éprouvées, depuis le massif qui a pour centre le mont Pelvoux, jusqu'aux collines de la Provence, formant les contre-forts et les rameaux par lesquels ces montagnes vont se perdre sous les eaux de la Méditerranée.

Ces terrains sont :

a. Le lias (fig. 10), caractérisé par les fossiles qui lui sont propres, occupant généralement le fond des vallées, s'élevant jusqu'à une certaine hauteur dans les pentes des montagnes, et constituant aussi plusieurs sommets très élevés. Ce terrain offre deux grands étages : 1° des calcaires plus ou moins compactes, plus ou moins cristallins, à gros strates peu inclinés, qui se montrent généralement au pied des montagnes et qui renferment sur plusieurs points la *Gryphæa arcuata*, des Ammonites, des Bélemnites, des Péntacrinites, etc. ; 2° une puissante assise calcaréo-marneuse, caractérisée par le *Belemnites unicanaliculatus*, plusieurs espèces d'Ammonites, de grandes Posidonies, etc. La silice, qui commence à se montrer dans la partie supérieure de cet étage, devient très abondante dans le groupe arénacé qui le recouvre. Aux environs de Gap, les derniers strates contiennent quelques fossiles de l'oolite inférieure : *Ammonites Humphriesianus* et de grosses Bélemnites. Sur plusieurs points, les marnes schisteuses du lias sont transformées en phyllades, schistes talqueux, talcschistes et même en roches gneissiformes. Les calcaires et les marnes sont souvent aussi changés en gypse et en karstenite, de manière à former des masses considérables, qui sont exploitées depuis longtemps.

b. Un groupe arénacé (terrain anthracifère), principalement composé de psammites passant au macigno, au poudingue, au grès et même à des quartzites, irrégulièrement développé, d'une puissance très variable, recouvre l'étage marneux du lias à stratification concordante, en se liant intimement avec lui. Dans les vallées de la Romanche, de la Guisanne, de la Duranee, de l'Ubayette et du Verdon, des amas irréguliers, des veines étroites, des couches peu étendues et de puissance très variable, de charbon,

anthracite, houille plus ou moins sèche, accompagnés de schistes argileux et de conglomérats qui offrent la plus grande analogie avec ceux du véritable terrain houiller, et contiennent des végétaux qui ont été reconnus pour être les mêmes que ceux de ce terrain, avec le *Bellemnites unicanaliculatus*, gisent, à plusieurs niveaux, dans ce terrain arénacé. Vers le bas, ces dépôts charbonneux pénètrent dans le lias, et, vers le haut, dans les calcaires de l'étage moyen jurassique, qui recouvrent immédiatement le lias, quand l'étage arénacé manque, ce qui arrive principalement au sud de la vallée de la Durance. Dans celui de Saint-Ours j'ai trouvé la *Terebratula tetraedra*.

c. Une puissante masse de calcaires, plus ou moins compactes, plus ou moins cristallins, devenant schistoïdes dans ses parties supérieures, qui forme la plus grande partie des hauts sommets de nos Alpes, recouvre, à stratification concordante, tantôt l'étage marneux du lias, tantôt le terrain anthracifère, en se liant intimement avec l'un et avec l'autre, par l'alternance des strates. Cette masse est caractérisée par une immense quantité de traces festonnées et de débris singuliers, que je crois devoir rapporter à la classe des Annélides, et par diverses espèces d'Ammonites, qui sont caractéristiques de l'étage jurassique moyen ; on y rencontre aussi des bivalves et quelques Bélemnites à facies jurassique. Des masses de marbres de diverses couleurs, blanc grisâtre, veinés et panachés, verts, etc., font partie de ce terrain ; ce sont des calcaires compactes transformés ; des épigénies produites principalement par l'arrivée des serpentines, du quartz et même du feldspath, au milieu des couches sédimentaires, les ont changées en schistes talqueux, en talcschistes, en schistes micacés, en protogines, en gneiss, en quartzites, en dolomies, etc. Mes observations ne me laissent aucun doute à cet égard.

d. Le terrain néocomien, parfaitement caractérisé par les fossiles qui lui sont propres, très abondants sur plusieurs points, recouvre les calcaires jurassiques à stratification concordante, mais cependant sans se lier intimement avec eux. Ce terrain s'élève, dans les Alpes, jusqu'à 2700 mètres au-dessus du niveau de la mer, montagnes du Dévoluy. Dans les contrées que j'ai explorées, je n'ai point rencontré le terrain crétacé au-dessus du terrain néocomien ; mais on sait que M. Lory a reconnu, aux environs de Grenoble, les divers étages de ce terrain, dont le plus ancien est lié aux calcaires néocomiens, qu'il recouvre, à stratification concordante, et que M. le professeur Sismonda en a cité plusieurs dans les montagnes de la Savoie.

e. Le terrain nummulitique, composé de trois étages, calcaire marneux, remplis de coquilles, polypiers et Nummulites; macignoïnes, passant au grès, dans lesquels les fossiles sont moins abondants; marnes et macignoïnes schistoïdes, remplis de fucoides, mais ne contenant plus de coquilles ni de Nummulites, recouvre sur plusieurs points immédiatement, d'une manière concordante, les calcaires jurassiques moyens, auxquels il se trouve quelquefois soudé, mais généralement sans se lier avec eux. Ce terrain repose aussi quelquefois sur les marnes du lias; mais alors la stratification est toujours discordante. Il doit aussi recouvrir le terrain néocomien dans la partie supérieure de la vallée du Var. En Savoie, il repose sur un calcaire argileux compacte, avec *Ananchytes ovata* et *Belemnitella mucronata*: c'est pour nous l'étage éocène. Il s'élève, dans nos Alpes, jusqu'à 2800 mètres au-dessus de la mer, et descend jusqu'à 1200 mètres dans le fond de certaines vallées, ce qui fait une différence de niveau de 1600 mètres.

f. Les étages tertiaires, miocène et pliocène réunis, ne recouvrent pas l'étage éocène, du moins dans la partie des Alpes que j'ai étudiée; ils gisent dans le fond de quelques vallées, au pied des versants méridionaux et occidentaux de la chaîne, où ils s'élèvent encore jusqu'à 1430 mètres d'altitude. Ces deux étages sont toujours intimement liés, et l'inclinaison des strates qui les composent n'est jamais considérable; ces strates sont même souvent horizontales. Les plus grandes dislocations de la chaîne des Alpes sont donc arrivées entre les dépôts éocène et miocène, c'est-à-dire à la fin de l'un et au commencement de l'autre. Si l'on rapporte l'étage à fucoides au terrain miocène, ce terrain aurait été coupé en deux par ces grandes dislocations.

g. Dans le fond de toutes les grandes vallées, les couches pliocènes sont transgressivement recouvertes par les dépôts diluviens, que l'on peut suivre, d'une part, jusque sur le sol des plaines de la Provence, et, de l'autre, jusque dans celles de la Lombardie.

h. Des amas de débris, généralement striés, que leurs formes font bien souvent reconnaître pour d'anciennes moraines, gisent sur les flancs de quelques montagnes et dans le fond de certaines vallées, où ils recouvrent transgressivement les dépôts diluviens. On voit des roches striées dans le voisinage de ces dépôts, tout à fait semblables à celles que l'on trouve sur les flancs des vallées où existent encore actuellement des glaciers.

i. Les dépôts et tous les phénomènes dus aux causes actuelles sont nombreux dans nos Alpes; leur étude approfondie serait de la plus haute importance; mais elle ne peut être convenablement

faite que par des jeunes gens intrépides et possédant des connaissances très variées.

On peut donc conclure définitivement de tout ce que nous avons exposé dans ce mémoire, que la constitution géologique des Alpes françaises offre une série parfaitement régulière de terrains superposés dans le même ordre chronologique que dans toutes les autres contrées de l'Europe. Les restes organiques du règne animal que renferment ces terrains, étant exactement les mêmes que ceux de ces contrées, viennent confirmer la classification que nous avons établie d'après leurs rapports géologiques. Mais les débris du règne végétal nous offrent la plus monstrueuse anomalie paléontologique qu'on ait encore citée, la flore du terrain houiller se reproduisant dans des roches arénacées qui gisent entre le lias et les calcaires jurassiques. Ce fait, dont la découverte est due à M. Elie de Beaumont, est positif. Comment l'expliquer? Il y a bien d'autres choses qui passent notre intelligence dans les phénomènes naturels! On pourrait dire que les Alpes occupant la place d'une mer extrêmement profonde, à l'époque de la formation du terrain liasique, cette mer était parsemée de petites îles, dont l'atmosphère chaude et humide a permis à la végétation de l'époque carbonifère de s'y reproduire. Mais le troisième étage du terrain nummulitique se trouve rempli de deux espèces de fucoides, les fucoides *Targioni* et *intricatus*, que M. Ad. Brongniart regarde comme propres aux dépôts antérieurs à la craie blanche. Les caractères des plantes fossiles ne seraient-ils pas assez tranchés pour permettre d'en distinguer les espèces et souvent même les genres? Je suis porté à le croire. Quand j'examine attentivement les belles empreintes de fougères du terrain houiller, il me semble qu'elles offrent les plus grands rapports avec celles qui vivent encore maintenant. On sait que la végétation des îles de la zone torride nous offre des fougères arborescentes, dont les troncs sont tout à fait semblables à ceux que l'on trouve en si grande abondance dans le terrain houiller, et dont les espèces diffèrent autant des nôtres, que ces dernières diffèrent de celles de ce même terrain.

J'en demande bien pardon aux botanistes éminents auxquels nous devons la paléontologie végétale; mais, jusqu'à ce qu'il ait été démontré que je me trompe, avec M. Elie de Beaumont, dans la position que nous assignons, l'un et l'autre, au terrain carbonifère des Alpes, je croirai que les caractères des végétaux fossiles ne sont pas toujours suffisants pour différencier les espèces et souvent même les genres.

Une autre anomalie, aussi énorme que celle des végétaux, se

retrouve dans les caractères pétrographiques des roches : des gueiss, des micaschistes, des talcschistes, etc., que l'on a cru longtemps et que plusieurs géologues croient encore confinés dans la classe des roches azoïques, se montrent en grandes masses depuis le lias jusque dans le haut du terrain jurassique, et probablement jusque dans le terrain crétacé. Mes descriptions ne laissent aucun doute à cet égard, et j'invoque encore ici la puissante autorité de M. Élie de Beaumont. Je dois cependant dire, que ce géologue a déclaré, devant la Société philomatique, que, bien que d'accord avec moi sur la plupart des faits que j'exposais devant lui dans une séance de cette Société, il existe néanmoins des roches primitives dans les Alpes, principalement dans la Valorsine et aux environs du Villard d'Areine, et qu'il regarde comme primitifs aussi les noyaux du Mont-Blanc, du Mont-Cenis et du Mont-Viso.

Quant à moi, je déclare qu'il m'a été impossible de reconnaître, sur aucun point, une véritable solution de continuité entre les roches cristallines stratiformes qui constituent ces grandes masses; elles m'ont toujours paru intimement liées les unes aux autres et résulter du métamorphisme de celles du lias, de celles de la formation arénacée qui le recouvre, et de celles de l'étage jurassique moyen. Les discordances de stratification, évidentes dans plusieurs localités, sont des accidents locaux : presque toujours, à une petite distance de là, les stratifications deviennent parfaitement concordantes, et les roches sont encore intimement liées entre elles. On ne saurait trop faire remarquer que toutes ces roches sont caractérisées par la présence de la magnésie et du quartz, substances venues de l'intérieur de la terre avec les serpentines, qui ont fait éruption pendant la durée de l'époque jurassique moyenne. Les granites eux-mêmes sont presque toujours talqueux et passent souvent à la protogine, qui passe, elle-même, partout, aux roches cristallines stratiformes. De plus, les granites, les eurites et les porphyres, pénètrent souvent, en masses transversales, en filons et en veines, dans le terrain jurassique, dont ils recouvrent les couches sur plusieurs points.

La grande éruption des masses plutoniques de nos Alpes, granites, eurites, porphyres, serpentines, etc., ne peut donc être rapportée à une époque plus ancienne que celle du terrain jurassique. Celle des spilites paraît plus moderne; elle date probablement des dernières dislocations qu'ont éprouvées ces montagnes, postérieurement au dépôt du terrain pliocène.

C'est à l'arrivée de toutes ces roches, accompagnées d'émanations magnésiennes, siliceuses, métalliques, acides, avec du quartz

dissous dans des eaux acides, à une haute température et sous une très forte pression, au milieu des couches des terrains secondaires, qu'il faut attribuer les transformations singulières que celles-ci nous présentent, ainsi que les gîtes métallifères qu'elles contiennent, çà et là, et dont la richesse n'est jamais considérable.

Tout ce que nous avons exposé dans le cours de ce Mémoire a dû convaincre le lecteur, que les Alpes forment une des plus curieuses régions géologiques de la surface de la terre, encore fort mal connue. Mon but serait rempli, si, d'après cette considération, notre gouvernement voulait donner l'ordre aux élèves de son École des mines, qu'il fait voyager chaque année pour leur instruction, de se livrer sans relâche, sous la direction de jeunes ingénieurs, à l'étude de la constitution géologique des Alpes.

M. Élie de Beaumont reconnaît toute l'exactitude des observations faites par M. Rozet. Seulement il croit trop faibles les évaluations qu'il indique pour les diverses épaisseurs des couches. Il pense que le calcaire ellipsoïde doit former un seul étage et sans doute même une fraction d'étage.

Comme M. Rozet, il regarde les caractères fournis par les végétaux, et spécialement par les fougères, comme très fugaces et incertains. En effet, les botanistes se refusent souvent à déterminer une plante actuellement existante dont les organes de fructification sont détachés et dont on leur présente seulement les tiges et le feuillage. Or, ces parties sont souvent les seules qui nous soient restées de la flore des âges passés; encore la fossilisation a-t-elle en partie défiguré leurs caractères. Ainsi les végétaux ne permettent pas de déterminer l'âge d'une couche avec une certitude comparable à celle que pourraient offrir les dépouilles des animaux fossiles.

M. Scipion Gras répond que si les fougères ne caractérisent pas suffisamment les couches carbonifères, d'autres plantes spéciales à ces couches peuvent servir à les déterminer avec une certitude parfaite.

M. Gras rappelle qu'il a placé dans le terrain nummulitique le schiste argilo-calcaire, si abondant près d'Embrun, que M. Rozet rapporte au terrain anthracifère. Le facies minéralogique et les renseignements que lui a fournis l'étude du pro-

longement des strates l'engagent à persister dans sa première assertion.

Il refuse d'admettre l'opinion de M. Rozet au sujet des grès qui bordent la Durance. Ces grès ne dépendent pas du groupe anthracifère, mais du groupe nummulitique. En effet, si l'on suit leur prolongement à une certaine distance, on finit par y rencontrer des Nummulites. En second lieu, les macignos caractérisent le terrain nummulitique des Alpes; les psammites, au contraire, caractérisent le terrain anthracifère; or, les grès des bords de la Durance sont des macignos et non des psammites. Enfin, on n'a découvert dans ces grès aucun débris des végétaux fossiles qui, en général, sont disséminés dans les couches des terrains anthracifères.

M. Rozet répond que l'on a trouvé des fougères dans les grès des bords de la Durance. Les raisons pour lesquelles il rapporte ces grès au terrain nummulitique seront expliquées par la suite dans un travail spécial qu'il prépare sur ce terrain.

M. Scipion Gras rappelle que ses observations sur le métamorphisme dans les Alpes sont pleinement confirmées par celles de M. Rozet. Comme ce géologue, il a vu des calcaires changés en quarzites.

M. Damour prie MM. Scipion Gras et Rozet de vouloir bien expliquer la signification qu'ils attachent à l'expression calcaire changé en quartzite. Sans doute, le calcium ne se métamorphose pas en silicium, et le remplacement des combinaisons oxygénées de ces deux corps l'une par l'autre ne peut s'opérer autrement que par une épigénie.

M. Scipion Gras répond qu'il est d'accord avec M. Damour pour regarder comme un fait d'épigénie le remplacement du calcaire par du quartz.

M. Nérée Boubée pense que les marnes désignées par M. Rozet sous le nom de *marnes à chevilles* n'appartiennent pas au lias, mais au terrain de transition.

M. Rozet répond qu'il a trouvé dans les marnes à chevilles des Bélemnites et d'autres fossiles du lias.

Rectification.

Dans la séance du 15 janvier dernier M. Hébert a pré-

senté, au nom du docteur Rigolot, directeur de l'École de médecine d'Amiens, décédé peu de jours auparavant, un mémoire sur des silex taillés trouvés en très grand nombre aux environs d'Amiens et d'Abbeville. — L'auteur du mémoire et beaucoup d'autres personnes dignes de foi affirment que ces silex, qui sont évidemment des vestiges de l'industrie humaine, ont été trouvés avec des ossements de *Rhinoceros tichorhinus* et d'Éléphant dans le diluvium de la vallée de la Somme. M. Hébert a visité ces localités; il a interrogé les ouvriers, soit seul, soit en compagnie de MM. Buteux et Rigolot. Partout, à Amiens ou à Abbeville, les ouvriers ont indiqué la même position comme gisement des silex taillés : l'assise à laquelle ils les attribuent fait bien partie du diluvium. Mais, comme M. Hébert n'a point lui-même trouvé ces silex en place, il ne saurait affirmer ce fait, comme semblerait le dire le procès-verbal de la séance du 15 janvier (p. 112); seulement il considère aujourd'hui cette question comme digne d'examen.

M. Scipion Gras fait la communication suivante :

Sur la constitution géologique du terrain anthracifère alpin et les différences qui le séparent du terrain jurassique,
par M. Scipion Gras.

Dans un travail inséré précédemment dans le *Bulletin de la Société* (1), nous avons fait connaître d'une manière très sommaire le terrain anthracifère des Alpes. La note actuelle a pour objet de compléter cet aperçu, soit par de nouveaux détails, soit surtout par l'addition d'une carte et de coupes géologiques propres à indiquer avec précision le nombre des étages anthracifères, leurs relations mutuelles et la manière dont ils se prolongent en France et en Savoie.

Nous rappellerons d'abord ce que l'on doit entendre par *terrain anthracifère alpin*. Nous avons donné ce nom à l'ensemble des couches de sédiment qui, dans les Alpes, renferment des dépôts d'anthracite avec restes de végétaux houillers, ou qui sont antérieures à ces dépôts. Ce terrain, ainsi défini, a une extension bien

(1) 2^e série, tome I, page 690.

plus considérable qu'on ne l'a cru jusqu'à ce jour; il paraît se prolonger dans toute la chaîne des Alpes et dans celle des Apennins. Observé en Savoie et dans le Briançonnais, où il est complet et très développé, il offre des caractères tellement exceptionnels, qu'on ne peut l'assimiler sans de graves objections à aucun des terrains compris dans l'échelle générale des formations. S'il se rapproche du groupe oolitique par la présence de coquilles liasiques, il s'en éloigne par le nombre et la constitution minéralogique de ses étages, et surtout par une flore toute différente. Comparé aux groupes paléozoïques auxquels il ressemble par sa flore et d'autres caractères, il en diffère par la présence de coquilles liasiques et par l'absence complète des *Productus*, des *Tritobites*, des *Orthorères* et des autres genres de fossiles caractéristiques des plus anciennes formations du globe.

Après avoir défini le terrain anthracifère, nous dirons aussi ce que nous entendons par *terrain jurassique normal des Alpes*. Ce terrain, dont nous donnerons une description succincte à la fin de cette notice, est en contact immédiat avec le système anthracifère sur un très long espace. On l'observe dans les départements des Basses-Alpes, des Hautes-Alpes, de la Drôme et de l'Isère, d'où il se prolonge en Savoie et en Suisse. Son étendue est donc aussi très considérable. Pris dans son ensemble, il ne présente aucune différence essentielle avec le groupe oolitique; par conséquent, rien ne s'oppose à ce qu'il soit identifié avec lui. C'est pour cette raison que nous l'avons désigné par l'épithète de *normal*, par opposition au système anthracifère qui, dans l'hypothèse même où il devrait être rapporté à l'époque jurassique, n'en sera pas moins toujours un terrain anormal.

Nous diviserons cette notice en deux parties: dans la première, nous exposerons les résultats auxquels nous sommes parvenu, sur le nombre, les relations mutuelles et les caractères géologiques des divers étages anthracifères; dans la seconde, nous ferons ressortir les différences qui séparent cet ensemble d'étages, soit du groupe oolitique en général, soit plus spécialement du terrain jurassique normal des Alpes. Quant aux observations nombreuses et longtemps continuées qui nous ont conduit à ces résultats, il nous serait impossible de les faire connaître ici avec des détails suffisants, sans dépasser beaucoup les limites des publications admises dans le *Bulletin*. Nous sommes donc forcé de renvoyer, pour ces détails, au Mémoire que nous avons fait paraître, il y a peu de temps, dans les *Annales des mines* (tome V, 5^e série, année 1854).

I. GROUPE QUI CONSTITUE LE SYSTÈME ANTHRACIFÈRE;
LEURS CARACTÈRES GÉOLOGIQUES.

En nous fondant sur l'ensemble de nos observations, nous avons partagé la série totale des couches anthracifères en deux terrains principaux, à peu près d'égale épaisseur, que nous avons nommés, l'un *inférieur* et l'autre *supérieur*. Il existe entre ces deux terrains des différences notables; une des plus importantes, c'est que le premier, dont l'extension est immense, a formé les parois d'un bassin relativement beaucoup plus petit, dans l'intérieur duquel le second s'est déposé, ce qui indique deux époques géologiques bien distinctes.

Le terrain anthracifère *inférieur*, dont la puissance est énorme, est probablement susceptible de subdivisions; mais elles sont à peu près impossibles à établir, tant à cause de la ressemblance minéralogique des divers groupes de couches que de la confusion produite par leur enchevêtrement dans le sein des roches cristallisées.

Le terrain anthracifère *supérieur* est composé d'une suite alternative de couches schisteuses souvent arénacées et de calcaire grenu en grande masse, le dernier terme de la série étant un groupe de roches exclusivement arénacées. On remarque que les assises calcaires sont intimement liées aux couches arénacées sur lesquelles elles reposent, tandis qu'il n'y a aucune liaison et quelquefois même stratification discordante entre ces mêmes calcaires et les grès situés au-dessus. D'après ce fait, qui se vérifie généralement, nous avons considéré comme formant un étage distinct chaque système de grès en y joignant l'assise calcaire immédiatement supérieure, quand elle existait. Nous n'avons fait d'exception que pour les quatre premières assises, alternativement arénacées et calcaires, que nous avons cru devoir réunir en un seul groupe par suite d'une liaison spéciale qui paraissait exister entre elles. Nous avons été ainsi conduit à diviser la partie supérieure de la série anthracifère en quatre étages, que nous avons distingués par leur numéro d'ordre en allant de bas en haut.

Dans l'exposé qui va suivre, nous décrirons d'abord le terrain anthracifère supérieur en commençant par le quatrième étage, ou le plus élevé. Nous descendrons ensuite successivement jusqu'au terrain inférieur.

Terrain anthracifère supérieur.

Quatrième étage. — Le quatrième étage est une formation extrêmement remarquable par ses caractères minéralogiques et paléontologiques, surtout à raison de sa position stratigraphique à l'extrémité la plus élevée de la série anthracifère. Elle est composée exclusivement de quartz grenu ou compacte, de psammite, de grès quartzeux, de schiste argileux, de poudingue anagénite et d'autres roches que l'on rencontre habituellement dans les terrains houillers. On y observe aussi de nombreuses couches d'anthracite, des schistes talqueux et micacés, du porphyre d'origine probablement métamorphique, ainsi que des filons de plomb sulfuré, de cuivre gris et de cuivre pyriteux. Ces diverses roches ont rempli un petit bassin à parois calcaires et de forme très allongée, qui s'étend dans la direction du N.-N.-O. au S.-S.-E., depuis les chalets appelés *Granges de Moutiers*, au nord de la Ponsoinière, jusqu'à un point situé à 2 kilomètres environ au sud de l'Argentièrre. Sa longueur totale est de 36 kilomètres, et sa plus grande largeur de 3 kilomètres et demi environ. On n'y a découvert jusqu'à ce jour aucune trace de calcaire ni de coquilles fossiles; mais les empreintes végétales carbonifères y sont fréquentes, surtout dans le voisinage des gites d'anthracites, en sorte que, sous le rapport minéralogique et paléontologique, ce groupe de couches ne diffère en rien d'un vrai terrain houiller.

C'est au Chardonnet que le quatrième étage est le mieux développé et où ses relations avec l'étage immédiatement inférieur sont le plus faciles à étudier. La montagne du Chardonnet située au N.-N.-E. du Monestier est composée d'un puissant système de roches quartzenses et arénacées qui, d'un côté, à l'ouest, s'appuient sur une assise calcaire formant la crête dentelée de Terre-Noire, et de l'autre côté, à l'est, sur une autre masse calcaire qui domine les chalets de Quéréllin. Ces deux calcaires ne sont pas seulement des équivalents géologiques; il est facile de s'assurer que l'un est le prolongement rigoureux de l'autre, en sorte que la ligne ponctuée qui les réunit dans la coupe générale (pl. IX, fig. 4) n'est pas hypothétique, elle est la conséquence immédiate d'un fait susceptible d'être constaté par l'observation. Avant d'arriver sur la ligne de faite de cette montagne, non loin d'un col par lequel on descend à Quéréllin, on trouve dans des grès et des schistes argileux beaucoup d'empreintes végétales, parmi lesquelles MM. Élie de Beaumont et Adolphe Brongniart citent les suivantes : *Calamites Suchowii*,

C. Cistii, *C. approximatus*, *C. canncæformis*, *Sigillaria tessellata*, *S. notata*, *Lepidodendron ornatissimum*, *L. crenatum*. En suivant les grès du Chardonnet, plus au sud, nous avons recueilli nous-même, sur le chemin qui conduit du Monestier au col de Buffer, des espèces différentes des précédentes, mais non moins caractéristiques des terrains houillers, savoir : *Lepidodendron Sternbergii*, *Sigillaria Bradii*, *Stigmaria ficoides*, *Neuropteris gigantea*, *Sphenopteris latifolia*. Il faut y ajouter des *Lepidophloïos* et des *Poucites* indéterminables.

Le système arénacé du Chardonnet traverse la vallée de la Guisanne, entre le Monestier et la Salle, passe par le col de Fréjus, et va constituer les environs de Prelles et de Saint-Martin-de-Queyrières, où il renferme plusieurs couches d'anthracite exploitées avec activité par les habitants du pays. Au col de Fréjus, il est remarquable par sa composition cristalline; on n'y voit que du quartz et des schistes micacés entièrement semblables à ceux des terrains les plus anciens. Les grès anthraciteux de Saint-Martin-de-Queyrières sont interrompus au sud par la vallée de la Gironde, mais on les retrouve au delà, sur la commune de l'Argentière, avec des circonstances de gisement tellement semblables que leur continuité géologique ne saurait être douteuse. Dans cette dernière localité, ils offrent un grand intérêt par la présence de riches filons de galène argentifère actuellement exploités, et par leur discordance de stratification avec les roches sous-jacentes (voy. la coupe n° 4). Cette discordance existe également aux environs de Saint-Martin-de-Queyrières, où elle est extrêmement prononcée, comme le montre la coupe n° 3. Ces mêmes grès peuvent encore se suivre au sud de l'Argentière, jusqu'à une distance d'environ 2 kilomètres du village où ils se terminent en s'amincissant. Au delà, on n'observe aucun groupe arénacé qui puisse être rapporté au quatrième étage. Il en est de même au nord des chalets de Moutiers, situés sur les frontières de la Savoie. Cet étage a donc des limites très restreintes en comparaison de ceux qui sont au-dessous, et dont nous allons maintenant parler.

Troisième étage. — Le troisième étage a pour assise supérieure une masse calcaire très puissante, à texture en général grenue, et pour assise inférieure un système de couches ayant en moyenne 800 à 900 mètres de puissance, dont les caractères minéralogiques peuvent être très variés. Ces couches sont, suivant les localités, arénacées, marneuses ou composées de roches cristallisées. L'assise calcaire ne se montre sur une grande étendue que dans le département des Hautes-Alpes, où l'on peut la suivre depuis les environs

du Chardonnet jusqu'au delà de Saint-Ours, près de Meyronnes (Basses-Alpes). Vers le nord, elle ne dépasse pas le parallèle de Valloires, en Savoie. Ce calcaire devient souvent bréchiforme. C'est ce que l'on remarque notamment près de Mont-Dauphin, où il présente des noyaux de calcaire compacte légèrement rosâtre, empâtés dans un ciment schistoïde rouge. On y rencontre assez fréquemment dans cette localité des trouçons de Bélemnites qui paraissent d'espèces liasiques, et des fragments indéterminables d'Ammonites. M. Rozet a recueilli dans le même calcaire, à Saint-Ours, une Rhynchonelle qui paraît être la *Rhynchonella tetraedra*. On y trouve aussi des Bélemnites, mais elles sont très rares. Les couches inférieures à l'assise précédente sont exclusivement arénacées aux environs de Briançon, où elles occupent tout l'espace qui s'étend de cette ville à la chapelle de Notre-Dame-des-Neiges au-dessus du Puy-Saint-Pierre. On y observe toutes les espèces et variétés de roches des terrains houillers, depuis le schiste argileux et le psammite jusqu'au poudingue anagénite et au quartz compacte. Ces diverses roches alternent plusieurs fois ensemble et renferment de nombreuses couches d'antracite exploitées presque sur tous les points. Les gîtes de ce combustible sont répartis sur les communes de Saint-Chaffrey, de Briançon, du Puy-Saint-Pierre et du Villard-Saint-Paucrace. Les restes de végétaux houillers y sont abondants. Nous citerons les suivants, qui proviennent soit des mines de Combarine, commune du Puy-Saint-Pierre, soit d'un groupe de grès schisteux voisin de Notre-Dame-des-Neiges : *Calamites Suchowii*, *C. Cistii*, *Sigillaria tessellata*, *S. notata*, *S. Brardii*, *S. elongata*, *S. striata*, *S. Schlotheimii*, *Lepidodendron ornatisimum*, *L. crenatum*, *L. turbinatum*, *Stigmaria fcoïdes*, *Sphenopteris latifolia*, *Lepidophloios Sternbergii*, *Lepidophyllum lineare*. Plusieurs de ces espèces ont déjà été citées dans le quatrième étage.

La formation anthracifère des environs de Briançon s'étend vers le S.-S.-E., sans diminuer beaucoup de puissance. Elle passe entre le col des Hayes et celui de Malfouse, et va couper le vallon du Guil à l'endroit appelé la *Maison du Roi*. Mais à partir du col des Hayes, sa composition n'est plus exclusivement arénacée. Les roches dominantes sont le schiste argilo-calcaire, le calcaire grenu et le quartz. L'antracite y devient rare et ne se présente en couches exploitables qu'à Fouillouse (Basses-Alpes).

La même formation suivie vers le nord passe dans la vallée de la Clarée et la constitue entièrement à l'ouest de Névache. De là, elle se prolonge dans la Maurienne, où elle prend un grand déve-

loppement et remplit tout l'espace compris entre Saint-Michel et Modane. Aux environs de ce dernier bourg, ses couches ont, sur une certaine étendue, un aspect cristallin qui devient de plus en plus général à mesure que l'on s'avance vers le N.-E. Dans la Tarentaise, elles n'offrent plus que de grandes masses quartzeuses associées à des schistes micacés et talqueux passant au gneiss qui forment, au sud de Pesey et du Petit-Saint-Bernard, de hautes sommités couvertes de glaciers et de neiges perpétuelles. Comme sur un grand nombre de points ces roches reposent incontestablement sur des assises calcaires qui sont elles-mêmes très élevées dans la série des couches anthracifères, il faut bien admettre que, malgré leur composition cristalline, elles sont de beaucoup supérieures à d'autres d'une nature évidemment sédimentaire.

En résumé, le troisième étage est formé d'une assise de calcaire grenu, où l'on trouve des Bélemnites et d'autres fossiles jurassiques et d'un groupe inférieur souvent arénacé, qui renferme dans ce cas des gîtes d'anthracite avec restes de végétaux houillers. Nous verrons que cette constitution géologique et paléontologique se reproduit dans tous les étages qui nous restent à décrire.

Deuxième étage. — En jetant les yeux sur la carte géologique ci-jointe (pl. VIII), on voit que le deuxième étage anthracifère se divise, relativement au précédent, en deux zones distinctes, l'une *occidentale* et l'autre *orientale*.

Dans la zone *occidentale*, l'assise la plus élevée est un calcaire d'une grande puissance, qui constitue le sommet du col du Galibier, par lequel on va de l'hospice du Lauaret à Valloires en Savoie. Ce calcaire n'a pas une grande extension vers le sud; après avoir traversé la Guisanne entre le Casset et le Monestier, il disparaît au col de l'Echanda, sous la formation nummulitique. Vers le nord, on peut le suivre sur une étendue bien plus considérable, car il se prolonge à travers la Maurienne et la Tarentaise, jusque dans la vallée d'Aoste. Il est coupé par l'Arc un peu au-dessous de Saint-Michel, où il donne lieu à un défilé remarqué par tous les voyageurs. Plus au nord, on le traverse en descendant du col des Encombres pour aller à Moutiers. De là il va passer près de Villard-Gotterex dans la vallée du Doron, et au-dessus de Pesey, où il est en contact avec la mine de plomb exploitée dans cette localité. En continuant à se diriger vers le N.-E., il traverse la haute vallée de l'Isère, près du village de Gurat, et il atteint les frontières du Piémont au sud-est du Petit-Saint-Bernard.

Sur presque toute sa longueur, cette assise calcaire offre des

masses de gypse épigénique, notamment à Pesey, à Villard-Goîtreux, au Galibier et près du Monestier. On y a recueilli, près du col des Encombres, un assez grand nombre de coquilles fossiles, qui ont été décrites et figurées dans le *Bulletin* de la Société (2^e sér., t. V, p. 411). Ces coquilles, qui offrent un grand intérêt à cause de leur position élevée dans la série des couches anthracifères, appartiennent pour la plupart au lias supérieur ou au lias moyen.

Le calcaire du Galibier recouvre immédiatement un groupe de grès anthraciteux qui est peu épais dans le voisinage du col, mais qui acquiert, en se prolongeant en Savoie, une puissance de 1200 à 1500 mètres. On observe cet immense développement de couches dans la vallée de l'Arc, entre Saint-Jullien et Saint-Michel; dans celle du Doron, entre Brides et Villard-Goîtreux, et surtout dans la Tarentaise, entre Villette et Pesey. Ce système de grès renferme, dans la vallée de l'Isère, de nombreuses mines d'anthracite : telles sont celles d'Aime, de Longefoy, de Macot et de Landry. On y trouve beaucoup d'empreintes végétales bouillères, notamment les suivantes : *Neuropteris flexuosa*, *N. Soretii*, *N. rotundifolia*, *Calamites Cistii*. Ces grès sont quelquefois remplacés, dans leur partie la plus élevée, par des roches cristallines mica-cées et talqueuses; ce fait est même fréquent dans la Tarentaise; on l'observe à Villard-Goîtreux, à Pesey, au sud-est du Petit-Saint-Bernard et sur d'autres points intermédiaires.

Le deuxième étage anthracifère est limité supérieurement dans sa partie *orientale* par une assise calcaire au pied de laquelle est bâti le village de Névache. En cet endroit on voit très clairement qu'elle sert de support au groupe arénacé de l'étage précédent. En la suivant vers le S.-E., il est facile de s'assurer qu'elle va constituer les rochers sur lesquels on a bâti Briançon et les forts environnants; qu'elle passe ensuite entre le col des Hayes et celui d'Ilysoire, qu'elle est coupée par le Guil, entre Veyer et la Maison du roi; enfin qu'elle atteint les frontières du Piémont, un peu à l'est de Fouillouse. Vers le nord, ce même calcaire traverse la vallée de la Maurienne tout près de Modane, et celle de l'Isère au village du Val de Brennières, d'où il se prolonge en Piémont. On n'y a découvert jusqu'à ce jour aucune coquille fossile.

Le groupe de couches immédiatement inférieur diffère de celui qui lui correspond dans la zone *occidentale* par une épaisseur en général beaucoup moindre, par le peu de développement des roches arénacées et par l'absence de mines de combustible. On n'y trouve ni coquilles, ni empreintes végétales. Dans la vallée de la Clarée et aux environs de Briançon, il est formé à peu près exclu-

sivement de marne et de schiste calcaire. A Veyer, il offre une série de quartz compacte, de poudingue et de grès à gros grains entièrement quartzeux. Dans la Tarentaise et dans la Maurienne, sa composition devient en grande partie cristalline; entre Modane, par exemple, et Notre-Dame-du-Charmet, il offre l'aspect d'un vrai terrain talqueux.

Premier étage. — Le premier étage se divise, comme le précédent, en deux zones, l'une *occidentale* et l'autre *orientale*, relativement aux groupes de couches plus récents qui occupent le centre de la Maurienne et de la Tarentaise.

La zone *occidentale* commence aux environs du col du Lautaret, où elle a pour assise supérieure une masse calcaire très épaisse, qui, dans le vallon du Galibier, sert de support aux chalets appelés *la Mendette*, et, pour assise la plus basse, un groupe arénacé de 200 à 300 mètres de puissance, qui couronne la montagne des Trois-Évêchés au nord du Villard-d'Arène. Le calcaire de la *Mendette* qui s'arrête au sud, au pied du massif de protogine du Lautaret, s'étend très loin du côté opposé, à travers la Maurienne et la Tarentaise. Après avoir servi de base aux sommités appelées les *Aiguilles d'Arce*, il va couper la vallée de l'Arc, à Saint-Jullien; celle du Doron, à Brides; celle de l'Isère, à Vilette; et le torrent de Bonneval, au village du Châtelard; enfin il franchit les limites du Piémont en constituant les cimes qui dominent au nord le passage du Petit-Saint-Bernard. A Vilette, ce calcaire passe à une brèche exploitée comme marbre, et renferme des Bélemnites, des Peignes et d'autres fossiles qui, jusqu'à présent, n'ont pas été déterminés spécifiquement. Le groupe arénacé, situé à la base de l'étage, a également une grande continuité; c'est lui qui forme le petit bassin anthracifère de Montiers, où l'on trouve quelques couches de combustible et des empreintes végétales peu distinctes. On doit y rapporter également les grès du Chapin, sur le versant sud du col du Bonhomme. Entre ce groupe arénacé et l'assise calcaire supérieure, on observe partout un calcaire intermédiaire qui offre une liaison bien plus grande avec les roches schisteuses, situées immédiatement au-dessous, qu'avec celles qui le surmontent, en sorte que le premier étage anthracifère se divise naturellement en deux sous-étages, composés chacun d'une assise de calcaire grenu, souvent bréchiiforme, reposant sur un groupe de grès, de schiste argileux, ou de marne. Cet ensemble de couches acquiert un grand développement dans la Tarentaise, principalement entre le col du Bonhomme et le bourg Saint-

Maurice. On y observe des bancs subordonnés de quartz et de schiste micacé et talqueux.

Le premier étage anthracifère, considéré dans sa partie *orientale*, présente la même constitution géologique que du côté de l'ouest. Il se divise également en quatre assises, alternativement calcaires et arénacées. L'assise calcaire, la plus élevée, sépare le col de l'Échelle de celui des Tures. De là elle se prolonge en Savoie, en traversant la vallée de l'Arc, non loin de Modane, et celle de l'Isère, un peu au sud de Tignes. Suivie dans le département des Hautes-Alpes, elle passe sous le village de Plampinets, un peu à l'est de la ville de Briançon, et va couper la vallée du Guil tout près d'un hameau nommé *la Chapeta*, à 1200 ou 1500 mètres de Veyer. Plus loin elle atteint les frontières du Piémont aux environs du col de Mauren. Les couches inférieures à cette assise sont composées à peu près exclusivement de calcaire grenu et de schiste argileux ou argilo-calcaire, plus ou moins chargés de talc et de mica. Les roches arénacées y sont rares.

En général, le premier étage est remarquable par un grand développement de couches calcaires, quelquefois repliées sur elles-mêmes, qui frappent l'observateur par leur épaisseur énorme, et impriment au terrain un aspect caractéristique. Lorsqu'elles sont coupées par une vallée, elles donnent souvent lieu à des gorges étroites, profondes, s'élargissant un peu à la rencontre des roches schisteuses et se resserrant dans le sein des grandes masses calcaires. Tels sont les défilés qui conduisent de Montiers à Villette, dans la Tarentaise; de Château-Queyras à Veyer, dans la vallée du Guil; d'Entre-deux-Eaux à Pralognan, par le col de la Vannoise, et de Tignes au mont Iséran, dans la haute vallée de l'Isère.

Terrain anthracifère inférieur.

Le terrain anthracifère inférieur offre une grande extension, soit à l'ouest, soit à l'est des quatre étages supérieurs que nous venons de décrire. Il se divise ainsi en deux régions dont les caractères ne sont pas les mêmes et que nous allons considérer successivement.

Région occidentale. — La Grave est un bon point de départ pour étudier, dans la région ouest, les couches les plus basses de la série anthracifère. Ce village et les hameaux environnants sont bâtis sur un puissant système de schistes argilo-calcaires, noirs, d'un aspect caractéristique. Ces schistes sont très fissiles et souvent exploités comme ardoise. Ils renferment fréquemment des filou

et de petites veines de chaux carbonatée, spathique, et de quartz, dans lesquels sont disséminées des substances métalliques, telles que de la galène, du cuivre gris, des pyrites de fer et de cuivre. Leur puissance totale est au moins de huit à neuf cents mètres. Leur assise la plus basse, qui repose immédiatement sur le terrain cristallisé, renferme beaucoup de Bélemnites trop peu entières pour être déterminées spécifiquement. Au-dessus, on compte successivement trois autres groupes de couches fort épais, semblables au premier, mais dépourvus de fossiles, qui s'enfoncent évidemment les uns au-dessus des autres avec beaucoup de régularité. Le dernier groupe, qui sert de base aux pâturages du Villard-d'Arène, est couronné par une assise calcaire à texture en général grasse, que l'on rencontre à peu près à mi-hauteur de la montagne des *Trois-Évêchés*. Ce calcaire, soit aux environs de la Grave, soit ailleurs, quand on observe son prolongement, s'enfonce évidemment sous un groupe de grès anthraciteux, par lequel commence la série des étages supérieurs. Vers le nord et le nord-est, sa continuité est remarquable. On peut le suivre à travers la Maurienne et la Tarentaise jusqu'au col du Bonhomme. Il se dirige d'abord en ligne droite jusqu'à un point situé entre l'extrémité sud des Trois-Aiguilles d'Arve et le col de l'Infernet. Là, il subit une inflexion remarquable qui le fait passer graduellement du N.-O. au N., puis au N.-N.-E. En se prolongeant dans cette dernière direction, il coupe la vallée de la Maurienne un peu à l'ouest de Villard-Clément, à l'endroit même où se trouve un pont sur l'Arc. Au delà de ce point, il court vers le col de la Madeleine qu'il laisse à gauche, et, après avoir subi quelques inflexions, il traverse l'Isère tout près de Montiers, où il forme un rocher élevé qui borne l'horizon à l'ouest de la ville. Cette même assise continue de là vers le N.-N.-E. jusqu'au col du Cornet, où, subissant une nouvelle inflexion, elle prend la direction N.-E. Sa tranche, fortement relevée, forme alors à très peu près la ligne de partage des eaux entre la Tarentaise et le vallon de Beaufort. Plus loin, elle va passer au sommet même du col du Bonhomme où elle présente des bancs de calcaire gris, schistoïdes, fortement inclinés vers le S.-E. et servant d'appui à une masse considérable de grès quartzeux au pied de laquelle est bâti le hameau du Chapiu.

En traçant sur une carte la série des points par lesquels passe le long affleurement calcaire que nous venons d'indiquer, on obtient une courbe un peu sinueuse tournant sa convexité vers le N.-O. et concentrique au contour de la chaîne de protogine, qui s'étend du mont Pelvoux au Mont-Blanc. L'espace compris entre cette

couche et les roches talqueuses est entièrement occupé par des schistes argilo-calcaires d'une grande puissance, qui offrent tous les caractères de ceux des environs de la Grave et peuvent s'y rattacher sans solution de continuité. Rien n'est plus facile, en effet, en partant de la Grave, que de suivre ces schistes à peu près dans toutes les directions. Vers l'O., ils forment la base de vastes pâturages connus sous le nom de *prés de Puits* et vont s'appliquer contre le versant oriental de la chaîne des Rousses. Du côté du S., ils coupent la vallée de la Romanche, entre le Chambon et les Dauphins, et s'étendent sur une largeur de plusieurs kilomètres entre le Mont-de-Laus et Venosc; ils se prolongent même bien au delà de ce dernier village en se réduisant à une bande étroite enclavée dans les roches talqueuses qui, traversant le col de la Muzelle et le vallon du Désert, s'avancent jusque dans le Valgodemard. Vers le N., ils passent par les cols des Berches et de la Batie et constituent successivement la vallée de l'Arvant, les environs de Saint-Jean-de-Maurienne, ainsi que le vallon du col de la Madeleine, par lequel on se rend de la Chambre à Montiers; plus au N., leur développement est très considérable entre Beaufort et le Pas-du-Cornet, et on ne les quitte pas en allant de là au col du Bonhomme.

La formation argilo-calcaire que nous venons de suivre depuis la Grave jusqu'au col du Bonhomme est en contact immédiat avec les roches talqueuses de la grande chaîne cristalline qui s'étend du mont Pelvoux au Mont-Blanc. Elle offre avec elles des relations compliquées, souvent contradictoires, pour la description desquelles nous renvoyons à notre travail précédemment cité (1). De l'autre côté de cette chaîne, sur le versant qui regarde les vallées de l'Isère et de l'Arly, on observe également des schistes qui doivent être rapportés aux précédents, parce qu'ils en ont tous les caractères, qu'ils présentent les mêmes circonstances de gisement et qu'ils ont d'ailleurs, avec eux, une grande liaison. A Saint-Maxime-de-Beaufort, par exemple, il existe, de chaque côté d'une vallée peu large deux groupes de schistes argilo-calcaires, faisant suite, l'un aux schistes du versant occidental, et l'autre à ceux du versant oriental que nous avons décrits. Ces deux groupes se correspondent si bien sous le rapport de la direction des couches, et sont tellement identiques de toute manière, qu'il est évident que l'un n'est que le prolongement de l'autre. Suivi vers le N.-E., le groupe du versant occidental s'étend sans discontinuité jusqu'au delà du col de Balme, en passant par Haute-Luce, Belleville, Saint-

(2) Voyez *Bulletin de la Société*, 2^e sér., t. 1, p. 703.

Nicolas-de-Vérosse, les Ouches et la vallée de Chamoussey. Vers le S.-O., les mêmes couches constituent en partie la vallée de l'Arly depuis Mégève jusqu'à Albertville et, à partir de là jusqu'à Grenoble, les collines de calcaire schisteux qui bordent la rive gauche de l'Isère et supportent Bonvillar, Aiton, la Rochette, Allevard, Theys, Laval, Revel, Saint-Martin-d'Uriage, Brié et Vizille. Près de ce dernier bourg, les schistes argilo-calcaires, continuant à suivre le contour des roches talqueuses, tournent vers le S. Ils servent d'abord de base à la montagne de Laffrey; puis ils vont passer sous les lacs et les villages situés à l'est de la grande route, entre Laffrey et La Mure. On les retrouve un peu plus loin, à Auris en Rattiers, à Valbonnais et aux environs de Valjouffrey. Sur toute la longueur que nous venons d'indiquer, la formation argilo-calcaire s'enfonce tantôt sous des alluvions, telles que celles de l'Isère, entre Montmélian et Grenoble, tantôt sous une série de calcaires et de marnes appartenant au terrain jurassique normal.

Malgré leur grande épaisseur et leur extension immense, les schistes argilo-calcaires du terrain anthracifère inférieur sont pauvres en coquilles fossiles. On n'y rencontre guère que des Bélemnites et des Ammonites. Les Bélemnites sont les plus répandues. Nous en avons déjà cité aux environs de la Grave. Il en existe également à Petit-Cœur, au Mont-de-Lans, au Bourg-d'Oisans, à Allevard, à Vizille et dans quelques autres localités. La plupart paraissent devoir être rapportées au *Belemnites elongatus* (Miller) et au *B. paxillosus* (Volz). On trouve des Ammonites à Allevard et au col de la Madeleine, près de Moutiers. Elles sont surtout abondantes sur le versant nord d'une sommité très élevée dite *Tête de Rachat*, située sur la commune du Mont-de-Lans. Nous y avons recueilli les espèces suivantes : *A. rotiformis* (Sow.), *A. Bucklandi* (Sow.), *A. Kridion* (Ziet.), *A. stellaris* (Sow.), *A. Scipionianus* (d'Orb.). Parmi les Ammonites du col de la Madeleine, les unes paraissent nouvelles, les autres sont extrêmement voisines d'espèces propres au lias supérieur, savoir : les *A. ualensis* (Ziet.), *A. serpentinus* (Schl.), *A. Walcotii* (Sow.). A Allevard, nous avons reconnu l'*A. Kridion* et trouvé en outre de longues Bélemnites très bien conservées se rapportant au *B. elongatus*.

Sur plusieurs points des Alpes, la même formation argilo-calcaire, où nous venons de citer des fossiles liasiques, est associée, dans sa partie la plus basse, à des groupes de roches arénacées, en général anthraciteuses, qui, par leurs caractères minéralogiques et leurs empreintes végétales, rappellent complètement le terrain bouiller. Ces grès s'observent aux environs de Petit-Cœur en Tarentaise, de

Saint-Arrèche et Haute-Luce, de Valorsine, du Trient, d'Ugine, d'Allevard, de La Mure, d'Auris-en-Ratiers, de Valbonnais, du Mont-de-Lans en Oisans, de Saint-Barthélemy de Sechillienne près de Vizille, et dans quelques autres localités. Ceux de la Mure sont surtout remarquables par leur grand développement, par la puissance de leurs gîtes de combustible, et par de nombreuses empreintes végétales, parmi lesquelles nous citerons: *Pecopteris oreopteridius*, *P. Candolliana*, *P. Grandii*, *P. cyathea*, *P. arborescens*, *P. pteroides*, *Sigillaria Defranci*, *S. Dournaisii*, *Annularia brevifolia*, *Asterophyllites tenuifolia*. A ces végétaux, appartenant tous à la flore carbonifère, on doit ajouter des *Lepidodendron* et des *Stigmaria* trouvés dans les mines du Psychagnard et de la Motte. Leur détermination spécifique n'a pu être faite avec une certitude suffisante, mais on sait que ces genres sont exclusivement propres aux terrains houillers.

A Petit-Cœur, localité où les empreintes de fougères sont abondantes, nous citerons, d'après MM. Adolphe Brongniart et Élie de Beaumont, celles qui suivent: *Pecopteris polymorpha*, *P. arborescens*, *P. Beaumontii*, *P. Plukenitii*, *P. obtusa*, *Neuropteris tenuifolia*, *Odontopteris Brardii*, *O. obtusa*.

Les grès du Mont-de-Lans qui, d'une part, s'étendent jusqu'à Venosc, et, de l'autre, jusqu'au-dessus d'Inez, renferment aussi des restes de végétaux. Les principales espèces sont: *Pecopteris polymorpha*, *Neuropteris cordata*, *Odontopteris Brardii*, *Annularia brevifolia*, *A. longifolia*, des *Cardiocarpon* et des *Sphenophyllum*. Tous ces végétaux sont propres aux terrains houillers les mieux caractérisés.

Les relations géologiques des grès anthraciteux, soit avec les schistes à Bélemnites, soit avec les roches cristallines, sont loin d'être partout les mêmes. A Petit-Cœur, les grès alternent avec les schistes à Bélemnites et leur sont tellement liés qu'il est impossible de ne pas les rapporter à la même époque géologique. Aux environs de Valorsine et dans beaucoup d'autres lieux, ils reposent immédiatement sur les roches cristallisées en stratification concordante et sont recouverts par les schistes argilo-calcaires. Dans l'Oisans, ils sont, sur une certaine longueur, intercalés dans le sein même des roches talqueuses en offrant avec elles la liaison la plus intime. Enfin, sur quelques autres points, comme à Auris près de Valbonnais, et à Combe-Gillarde au nord du Mont-de-Lans, ils s'appuient sur les schistes à Bélemnites et s'enfoncent sous les roches cristallisées. Malgré cette diversité de gisement, qui nous paraît susceptible d'être expliquée par le métamorphisme,

ces grès ont entre eux trop de similitude, sous le rapport de la composition minéralogique et des végétaux fossiles, pour n'être pas rapportés tous à une seule et même époque.

Nous terminerons cette rapide esquisse des caractères qu'offre le terrain anthracifère inférieur dans sa région occidentale, en faisant remarquer qu'il paraît exister avec ces mêmes caractères dans les Alpes lombardes. On sait en effet, d'après l'excellente description qu'en a donnée M. de Collegno (1), que près du lac de Como, à Bellano et à Varenna, il y a, entre le calcaire rouge ammonitifère et les roches cristallisées, des grès et poudingues anagénites servant de base à une puissante formation de calcaire noir schisteux, où l'on trouve un petit nombre de fossiles qui paraissent d'espèces liasiques et quelquefois des fougères, comme à Moltrasio. Il y a certainement une ressemblance frappante entre ce terrain et le terrain anthracifère inférieur des Alpes occidentales. D'un autre côté, lorsque l'on considère celui-ci dans les localités où il a été en partie altéré par le métamorphisme comme à Valorsine, au Trient et dans l'Oisans, on lui trouve une ressemblance non moins grande avec le système de couches en partie arénacées et en partie cristallines, appelé *verrucano* par les géologues toscans. Ce rapprochement, sur lequel nous reviendrons à la fin de cette notice, est généralement admis.

Région orientale. — Le premier des étages supérieurs, du côté du Piémont, repose immédiatement sur une puissante assise calcaire, formant de ce côté la partie la plus élevée du terrain anthracifère inférieur. C'est dans le sein de cette assise qu'est ouvert le col de Désertes par lequel on va directement de Névache à Césanne. Le même calcaire constitue le pic de Chaberton, au nord du mont Genève, qui s'élève, sur les frontières de la France et du Piémont, à une hauteur de 3137 mètres. À partir de ce point, il est facile de suivre son prolongement soit au nord, du côté de la Savoie, soit vers le sud, dans le département des Hautes-Alpes. Du côté de la Savoie, il affecte d'abord la direction N.-N.-O., et, après avoir formé de hautes sommités à l'est des Acles et du col de la Lauze, il s'abaisse dans la vallée de Bardonnèche, en passant entre ce bourg et le village de Melezet; puis, s'élevant de nouveau, il constitue l'arête de rocher qui sépare le col de la Roue de celui de Fréjus. Entre ces deux cols, il subit une inflexion brusque qui le fait tourner vers le N.-E. En prenant cette nouvelle direction, il borde à droite le vallon de Pelouse, par lequel on descend à

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. I, p. 479.

Brames en Maurienne, et depuis ce village jusqu'à Termignon il donne lieu à une série d'escarpements le plus souvent gypseux, dont le pied est baigné par la rivière d'Arc. A Termignon, ces bancs calcaires sont recouverts par des schistes micacés métamorphiques du terrain antracifère supérieur, mais ils reparaissent un peu plus loin sur le chemin qui conduit à Entre-deux-Eaux. En continuant à les suivre, nous nous sommes assuré qu'ils s'infléchissaient vers l'E.-N.-E., et qu'ils allaient passer au sommet même du col du mont Iseran; puis que, reprenant leur direction N.-E., ils franchissaient les frontières du Piémont au col de la Lenta. Le calcaire du pic de Chaberton, suivi vers le sud, s'abaisse rapidement, et son prolongement va passer entre le col du mont Genève et le village de Clavières. Plus loin, il forme en se relevant un énorme rocher au pied duquel est bâti Cervières. A partir de là, il borde à l'est, dans toute son étendue, le vallon des Oules, qui conduit de Cervières au col Perdu, passage difficile et peu fréquenté, situé entre le col Péas et celui d'Hysoire. Du col Perdu, ce calcaire descend dans le Queyras où il forme une bande de rocher remarquable qui s'infléchit de plus en plus vers le S.-E., et entoure comme d'une ceinture le mont Viso et le pays adjacent entièrement composé de schistes cristallins. Cette bande calcaire atteint les frontières des Hautes-Alpes au col de Longet, par lequel on communique de Saint-Véran dans la vallée de Mauren, et après avoir traversé obliquement cette vallée, faisant partie des Basses-Alpes, elle pénètre dans le Piémont.

En traçant sur une carte cette longue ligne d'affleurement du calcaire de Chaberton, on voit qu'elle a la forme d'un arc de cercle convexe vers le N.-O., dont le milieu se trouve à peu près au col de Fréjus, près de Bardonnèche. A partir de ce point, ses deux branches s'étendent au delà des frontières du Piémont en traversant, d'un côté, la partie supérieure de la Maurienne et de la Tarentaise, de l'autre, le Briançonnais et l'extrémité nord-est du département des Basses-Alpes. Les couches comprises dans l'intérieur de cet arc de cercle constituent la haute vallée de Mauren, la plus grande partie du Queyras et les vallées du Piémont qui sont adjacentes, le vallon du Bourget au-dessus de Cervières, la vallée de la Doire entre Oulx et Césanne, les environs du Mont-Cenis, enfin les extrémités les plus élevées de la Maurienne et de la Tarentaise, près des sources de l'Arc et de l'Isère. Ces diverses contrées ont entre elles une ressemblance remarquable sous le rapport de l'aspect physique et de la composition minéralogique du sol. Les roches dominantes sont des schistes argileux où abon-

dent le mica, le talc, le quartz, le calcaire cristallisé, et qui sont associés soit à de véritables micaschistes, soit à des calcaires blancs grenus. Sur un assez grand nombre de points, ils renferment des bancs subordonnés de serpentine, notamment aux environs de Césanne, de Cervières, du col de Bousson, du col de Péas, et dans le vallon de Saint-Véran en Queyras.

Ces schistes, souvent friables et très fessiles, ne diffèrent de ceux que nous avons décrits dans la région occidentale du terrain anthracifère inférieur que par leur composition plus cristalline. Leur aspect général est d'ailleurs absolument la même. Leur puissance est vraiment énorme. Sous ce rapport, aucune formation secondaire ne peut leur être comparée. Il faut, pour avoir quelque chose d'approchant, descendre dans les terrains de transition jusqu'au système silurien. En étudiant leurs relations géologiques, on reconnaît que, d'un côté, ils sont partout recouverts par l'assise calcaire du pic de Chaberton, et que, de l'autre, ils reposent sur les roches de granite et de gneiss qui, à l'ouest de la plaine de Turin, forment les derniers gradins des Alpes. Ordinairement, il y a entre les deux terrains des couches de talcschiste plus ou moins micacées établissant une transition de l'un à l'autre.

Jusqu'à présent, on n'a trouvé dans la région orientale du terrain anthracifère inférieur aucune trace d'Ammonoïtes, de Bélemnites ni d'autres corps organisés. Ce qui n'est pas moins remarquable, c'est que les grès à anthracite avec empreintes végétales houillères, dont nous avons cité de nombreux dépôts en Savoie et dans le département de l'Isère, manquent complètement du côté du Piémont. Leur absence ne peut être attribuée au métamorphisme. Elle tient probablement à ce que la mer vaste et profonde, dans le sein de laquelle s'est formé le terrain anthracifère inférieur, ne s'étendait pas beaucoup à l'ouest. De ce côté, ses rivages coïncidaient à peu près avec les frontières de la France. C'est là, par conséquent, que vivaient les mollusques, et où les affluents ont pu déposer des matières arénuacées et des débris de végétaux, tandis qu'à l'E. tout annonce que cette mer s'est étendue bien loin en Italie. La grande profondeur des eaux et l'éloignement de la terre ferme ont dû être peu favorables à la production et à l'ensevelissement des êtres organisés.

Nous nous bornerons à ces généralités sur ce terrain immense en étendue et en épaisseur dont les caractères paléontologiques sont négatifs, et que nous avons dû rapporter au terrain anthracifère inférieur de l'Oisans et de la Savoie, à cause de l'identité de leur position géologique et de l'analogie de leur constitution.

II. DIFFÉRENCES ENTRE LE SYSTÈME ANTHRACIFÈRE ET LE TERRAIN JURASSIQUE.

Les notions générales que nous venons de donner de la constitution du système anthracifère sont suffisantes pour que l'on puisse bien apprécier les différences profondes qui le séparent du terrain jurassique.

Parmi ces différences, la plus importante sans contredit est l'opposition tranchée des deux flores. Depuis les plus anciennes jusqu'aux plus élevées, les couches anthracifères renferment des empreintes végétales appartenant à la flore carbonifère et n'en renferment pas d'autres. Nous allons en présenter le tableau général en distinguant le terrain à anthracite inférieur du supérieur et en réunissant à nos citations celles qui se trouvent dans les Mémoires de M. Élie de Beaumont. Toutes les déterminations spécifiques de ce tableau ont été faites ou vérifiées par M. Adolphe Brongniart. Leur exactitude ne saurait avoir une meilleure garantie.

NOMS DES GENRES ET DES ESPÈCES.	TERRAIN ANTHRACIFÈRE INFÉRIEUR.	TERRAIN ANTHRACIFÈRE SUPÉRIEUR.	LIEUX ET LOCALITÉS HORS DES ALPES dans lesquels les mêmes espèces ont été recueillies.
	Localités.	Localités.	
<i>Neuropteris gigantea</i> (STERNB.)	Servos, en Savoie.	Le Monestier (Hautes-Alpes).	Terrains houillers de la Bohême et de Sarrebruck.
— <i>tenuifolia</i> (STERNB.)	Petit-Cœur; col de Balme.	Macot, en Tarentaise.	<i>Idem</i> de Liège et de Newcastle.
— <i>flexuosa</i>	„	Même localité.	<i>Idem</i> de Liège et de Bath.
— <i>Soretti</i> (AD. BR.)	Huez, en Oisans.	„	„
— <i>cordata</i> (AD. BR.)	Col de Balme.	Macot.	<i>Idem</i> d'Alais et de Saint-Étienne.
— <i>rotundifolia</i> (AD. BR.)	Petit-Cœur; Mont de Lons.	„	<i>Idem</i> de Plessis (Calvados).
<i>Odontopteris Brardii</i> (AD. BR.)	Col de l'Écuelle, près Chamouxy; Petit-Cœur.	„	<i>Idem</i> de Terrasson (Dordogne).
— <i>obtusa</i> (AD. BR.)	„	„	Terrasson; Saint-Étienne.
<i>Sphenopteris latifolia</i> (AD. BR.)	„	Le Monestier; Puy-Saint-Pierre.	Newcastle; Sarrebruck.
<i>Pecopteris oreopteridius</i> (STERNB.)	Mine de Notre-Dame-de-Vaux, près la Mure.	„	Terrain houiller de Mannebach.
— <i>Candolliana</i> (AD. BR.)	Mine de la Grande-Draye, près la Mure.	„	<i>Idem</i> d'Alais (Gard).
— <i>Grandini</i> (AD. BR.)	Même localité.	„	<i>Idem</i> de Geislautern.
— <i>cyathæa</i> (AD. BR.)	Mines du Grand-Menay et du Villaret, près la Mure.	„	<i>Idem</i> de Saint-Étienne.
— <i>arborescens</i> (AD. BR.)	Mines du Grand-Menay et du Villaret, près la Mure; Valbonnais.	„	<i>Idem</i> de Saint-Étienne et d'Auhin (Aveyron), etc.
— <i>polymorpha</i> (AD. BR.)	Venosc en Oisans; Petit-Cœur.	„	Saint-Étienne, Alais et la plupart des terrains houillers.
— <i>pteroides</i> (AD. BR.)	Mine de Peychagnard, près la Mure.	„	Liège, Mannebach, St-Étienne.
— <i>platyrachis</i> (AD. BR.)	Valbonnais (Isère).	„	Saint-Étienne.
— <i>Beaumontii</i> (AD. BR.)	Petit-Cœur.	„	„
— <i>Pluckenitii</i> (AD. BR.)	Petit-Cœur; col de l'Écuelle.	„	Alais; Saint-Étienne.
— <i>obtusa</i> (AD. BR.)	Petit-Cœur.	„	Terrasson.
<i>Lepidodendron</i>	Environs de la Mure.	Environs de Briançon.	Genre exclusivement propre aux terrains houillers.
— <i>ornatissimum</i> (STERNB.)	„	Chardonnet; Puy-Saint-Pierre.	Yorkshire; Silésie.
— <i>crenatum</i> (STERNB.)	„	Mêmes localités.	Bohême; Eschweiler, etc.

NOMS DES GENRES ET DES ESPÈCES.	TERRAIN ANTHRACIFÈRE INFÉRIEUR.	TERRAIN ANTHRACIFÈRE SUPÉRIEUR.	LIEUX ET TERRAINS HORS DES ALPES
	Localités.	Localités.	dans lesquels les mêmes espèces ont été recueillies.
<i>Lepidodendron Sternbergii</i> (AD. BR.)		Col de Buffer.	Swina.
— <i>turbinatum</i> (AD. BR.)		Mine de Combarine au Puy-Saint-Pierre.	Sarrebruck.
<i>Lepidophyllum lineare</i> (AD. BR.)		Puy-Saint-Pierre.	Environs de Liège.
<i>Lepidophloios</i> (STERNB.)		Mine de Combarine.	Tiges de lycopodiées propres aux terrains houillers.
<i>Calamites Suckowii</i> (AD. BR.)		Chardonnet; Puy-Saint-Pierre.	Newcastle; Liège, etc.
— <i>Cistii</i> (AD. BR.)		Mêmes localités; Tarentaise.	Sarrebruck.
— <i>approximatus</i> (STERNB.)		Chardonnet.	Alais; Liège; Saint-Etienne.
— <i>cannaeformis</i> (SCHL.)		Même localité.	Alais; Yorkshire, etc.
<i>Asterophyllites tenuifolia</i> (AD. BR.)	Mine de Notre-Dame-de-Vaux.		Alais; Newcastle.
<i>Sphenophyllum</i>	Mont de Lans.		Ce genre ne se trouve que dans le terrain houiller.
<i>Annularia brevifolia</i> (STERNB.)	Col de Balme; Muez; mines de la Mure.		} Espèces communes dans les terrains houillers.
— <i>longifolia</i> (STERNB.)	Mont de Lans.		
<i>Sigillaria</i>	Environs de la Mure.	Environs de Briançon.	Genre exclusivement propre aux terrains houillers.
— <i>notata</i> (AD. BR.)		Chardonnet.	Sarrebruck; Liège; Silésie.
— <i>Brardii</i> (AD. BR.)		Mine de Combarine; col de Buffer.	Terrasson.
— <i>Defrancei</i> (AD. BR.)	Mine de la Grande-Draye.		Alais.
— <i>elongata</i> (AD. BR.)		Mine de Combarine.	Charleroi; Liège.
— <i>lepidodendrifolia</i> (AD. BR.)		Même localité.	Saint-Etienne.
— <i>striata</i> (AD. BR.)		Même localité.	»
— <i>Schlotheimii</i> (STERNB.)		Puy-Saint-Pierre.	»
— <i>tesselata</i> (AD. BR.)		Chardonnet; Puy-Saint-Pierre.	Alais; Bath.
<i>Stigmaria</i>	Mines de la Mure.	Environs de Briançon.	Genre caractéristique des terrains houillers.
— <i>ficoides</i> (AD. BR.)		Puy-Saint-Pierre; col de Buffer.	La plupart des terrains houillers.
<i>Cardiocarpon</i>	Mont de Lans.		Fruits propres aux terrains houillers.

Le tableau ci-dessus ne donne qu'une idée incomplète de la richesse du système anthracifère en végétaux fossiles; outre les espèces citées, il en renferme un grand nombre d'autres qui sont ou nouvelles ou trop mal conservées pour être déterminées avec certitude. Mais il est à remarquer que tous ces végétaux, sans exception, présentent une analogie complète avec ceux du terrain houiller: pas un seul débris ne rappelle ceux du terrain jurassique.

A une époque où la botanique fossile était moins avancée, on aurait pu soutenir que les deux terrains que nous comparons sont mal caractérisés par leurs restes de végétaux. Une pareille assertion serait aujourd'hui en contradiction manifeste avec les faits. Grâce aux travaux de MM. Adolphe Brongniart, Gœppert, de Sternberg et d'autres savants botanistes, les flores du terrain houiller et du terrain jurassique commencent à être bien connues. On compte dans le premier terrain plus de 500 espèces très distinctes, et au moins 225 dans le second. Or, non-seulement parmi ces espèces il n'y en a pas de communes, mais leurs caractères généraux sont tout différents. Des genres et même des familles que l'on rencontre habituellement dans le terrain houiller ont disparu complètement à l'époque oolitique. Il est vrai que si le système anthracifère s'éloigne du terrain jurassique par sa flore, il s'en rapproche par ses coquilles. Autant il y a opposition d'un côté, autant il y a similitude de l'autre, en sorte qu'il se présente ici une question très intéressante à résoudre: savoir si, pour la classification d'un système de couches, on doit attacher plus d'importance aux végétaux qu'aux coquilles. Sans avoir la prétention de résoudre *à priori* une question aussi délicate, nous allons cependant présenter une considération qui tend à faire pencher la balance en faveur de la botanique fossile. On sait que dans le sein du même terrain, on voit assez souvent un ensemble de coquilles d'espèces différentes se succéder d'un groupe de couches à l'autre sans qu'il y ait discordance de stratification, ni que rien n'indique une perturbation générale ni même locale. Ce fait semble prouver que des modifications, probablement légères, dans la température et la composition chimique des eaux ou dans la nature des fonds, ont suffi autrefois pour faire varier les coquilles; d'où l'on est porté à croire que, si les modifications au lieu d'être légères avaient été profondes et complètes, elles auraient donné lieu, non plus à des changements d'espèces, mais à des formes d'organisation nouvelles. Or, on admettra la possibilité de pareilles modifications à la fois profondes et locales, si l'on songe qu'autrefois les sources gazeuses et fluides émanées de l'intérieur du globe étaient incomparablement plus

abondantes que de nos jours, et qu'elles pouvaient entretenir dans le sein d'un bassin une température, une composition chimique ou une nature de fonds très différentes de celles qui existaient partout ailleurs. Si maintenant nous considérons les végétaux fossiles, nous voyons que les mêmes espèces non-seulement persistent dans toute l'étendue d'un terrain, mais que même elles traversent plusieurs systèmes de couches distincts sous le rapport zoologique. D'où l'on est en droit de conclure que la nature de la végétation dépendait autrefois de conditions physiques à la fois plus stables et plus générales que celles qui influaient sur les mollusques. Ces conditions étaient probablement la composition de l'atmosphère, la température propre du sol, la proportion relative en étendue et les rapports de configuration des terres et des mers. De là cette conséquence que de grandes différences entre deux flores doivent correspondre à des changements également considérables dans l'état physique de la surface terrestre. Ainsi, loin qu'on doive attribuer plus d'importance aux coquilles qu'aux plantes fossiles, celles-ci, considérées dans leurs formes principales, paraissent plus propres que les premières à distinguer deux grandes époques géologiques.

Ce n'est pas seulement par sa flore que le système anthracifère diffère du terrain jurassique. On sait que dans celui-ci les coquilles dites liasiques ne sortent pas d'un groupe de couches en général peu épaisses situées à la base de la série. Ces mêmes coquilles se montrent dans le système anthracifère, à tous les niveaux géologiques, comme si l'on ne devait rapporter qu'à un seul étage cette immense série de couches qui, cependant, est susceptible de se diviser naturellement en plusieurs groupes bien distincts. La composition minéralogique de ces mêmes couches est également exceptionnelle, si on veut les rapporter à l'époque oolitique. En effet, elles sont souvent entièrement formées de grès et de poudingues identiques avec ceux que l'on rencontre habituellement dans les terrains de transition, et jamais dans le terrain jurassique.

Un autre fait, sur lequel nous insisterons à cause de son importance, c'est que le vrai terrain jurassique alpin, celui auquel nous avons donné le nom de normal, existe à côté même du terrain anthracifère; il l'entoure sur une grande longueur, et contraste fortement avec lui par l'ensemble de ses caractères. Nous allons en donner ici une description succincte.

Le meilleur point de départ pour bien étudier le terrain jurassique alpin est le pays compris entre La Mure et le village de Laffrey. Le contact de ce terrain avec les couches anthracifères

qui est ordinairement masqué par des dépôts d'alluvion ou des amas de détritns modernes se trouve ici parfaitement à découvert. L'assise la plus basse est formée de lames calcaires à texture grenue, quelquefois pétris d'Encrines, dont la puissance moyenne peut être évaluée à 5 ou 6 mètres. On y trouve les fossiles suivants, qui sont tous liasiques : *Gryphæa cymbium* (Sow.), *Rhynchonella variabilis* (d'Orb.), *Terebratula numismalis* (Lamk.), *Lima punctata* (Desb.), *Belemnites paxillosus* (Voltz). Par ses fossiles et ses caractères minéralogiques, ce calcaire forme un horizon très net dans le pays. À Nantison, près La Mure, et depuis le hameau du Villaret jusqu'à celui du Psychagnard, il recouvre immédiatement les grès anthraciteux. Sur les bords du lac Mort il repose sur des talcschistes; mais, plus près du village de Laffrey, il est superposé à des calcaires noirs schisteux faisant partie de la grande formation argilo-calcaire du terrain anthracifère inférieur. Ainsi qu'on le voit, ce calcaire repose indifféremment sur des couches de nature très diverse et distinctes sous le rapport de l'âge. En outre, partout où la ligne de contact est visible, on observe qu'elle est sinueuse, et qu'il y a discordance de stratification. Tout près de Laffrey on exploite un gîte très remarquable de blende, avec galène et bournonite. M. Jules Thévenet, ingénieur civil qui a dirigé l'exploitation, s'est assuré que la blende formait un amas irrégulier, situé immédiatement au-dessous du calcaire liasique, et déposé dans les dépressions d'une formation calcaire plus ancienne, en sorte que cet amas appartenait à la classe des dépôts métallifères nommés *gîtes de contact*, que l'on trouve à la jonction de deux terrains. Nous avons reconnu nous-même l'exactitude de cette observation. Enfin sur la grande route, à l'entrée du village de Laffrey, lorsqu'on arrive de Vizille, un déblai, opéré il y a quelques années par l'administration des ponts et chaussées, a mis à découvert une belle coupe naturelle, qui montre très distinctement, sur 20 à 25 mètres de longueur, le calcaire liasique en lames épais reposant sur des schistes argilo-calcaires très-feuilletés, prolongement de ceux du terrain anthracifère. La ligne de contact est extrêmement sinueuse. En voyant les lames calcaires s'arrêter brusquement à la rencontre du schiste, on ne peut douter qu'il ne se soit écoulé un long intervalle de temps entre la consolidation de celui-ci et le commencement du dépôt supérieur. On remarque à la jonction des deux terrains des roches altérées avec indices de pyrites et de galène qui paraissent représenter ici l'amas métallifère dont nous avons parlé plus haut. On ne peut se refuser à admettre, d'après ces faits, qu'il existe entre le calcaire liasique des environs de Laffrey et les couches

immédiatement inférieures, soit calcaires, soit arénacées, une solution de continuité très nette et très large.

Le calcaire de Laffrey est recouvert par des marnes de couleur foncée, alternant avec des strates calcaires plus solides dont la texture est tantôt compacte, tantôt grenue ou sublamellaire. Cet ensemble de couches, dont la puissance est de quelques centaines de mètres, occupe à peu près tout l'espace compris entre La Mure et le Drac. Il est remarquable par sa stratification tourmentée et par les gîtes de métaux précieux qui y sont disséminés en quantités à la vérité peu considérables. Les fossiles n'y sont pas rares. Nous avons recueilli les suivants au Pont-de-Cognot et aux environs de Saint-Arey : *Ammonites Falcottii* (Sow.), *A. heterophyllus* (Sow.), *A. cornucopiæ* (Young), *A. margaritatus* (d'Orb.), *Belemnites paxillosus* (Voltz). Ce groupe, que ses fossiles doivent faire rapporter au lias supérieur, s'enfonce sous une série de calcaires noirs schisteux qui bordent en général la rive gauche du Drac et sont recouverts presque partout par des alluvions anciennes de la vallée. Ces calcaires sont très pauvres en fossiles, et jusqu'à présent on n'y a découvert aucune coquille caractéristique de l'oolite inférieure. Néanmoins, comme ils en occupent la position géologique, ils me paraissent devoir y être rapportés (1).

A ces couches succède un puissant système de marnes et de schistes argilo-calcaires alternant ensemble. Les schistes argilo-calcaires qui dominent surtout en commençant renferment fréquemment des empreintes nombreuses de petites *Posidonies* appartenant à une espèce encore non décrite. Plus haut, ces mêmes schistes sont associés à des marnes qui contiennent des géodes remplies de petits cristaux de quartz. A ce niveau, il n'est pas rare de trouver dans ce terrain des Ammonites, des Bélemnites et des Térébratules parmi lesquelles nous citerons les *Ammonites tortisulcatus* (d'Orb.), *A. Zignodianus* (d'Orb.), *A. plicatilis* (Sow.), *A. oculatus* (Bean.), *A. tumidus* (Ziet.), *Belemnites hastatus*

(1) Depuis sa base, caractérisée par des coquilles liasiques, jusqu'à son assise la plus élevée, renfermant des fossiles oxfordiens, le terrain jurassique alpin est composé d'une série de couches intimement liées entre elles. Nulle part on n'aperçoit la moindre solution de continuité. Il faut bien admettre alors qu'entre ces deux termes extrêmes il y a des couches qui, sous le rapport de l'âge, correspondent à l'oolite inférieure. L'absence des coquilles caractéristiques de cet étage ne me paraît prouver qu'une seule chose, c'est que pendant qu'elles vivaient ailleurs, les Alpes n'offraient pas des conditions physiques favorables à leur naissance et à leur propagation.

(Blainv.), *Rhynchonella subsimilis* (d'Orb.). Tous ces fossiles se rencontrent habituellement dans l'étage oxfordien.

Ce système de marne et de schiste calcaire est couronné par une assise ordinairement très puissante d'un calcaire gris, traversé par des veines et de petits filons spathiques où l'on trouve un assez grand nombre de fossiles dont les principaux sont : *Terebratula diphya* (Buch), *Ammonites tatricus* (Pusch), *A. Hommairei* (d'Orb.), *A. niator* (d'Orb.), *A. plicatilis* (Sow.), *Belemnites hastatus* (Blainv.), *Aptychus imbricatus* (Von Mey.), *Aptychus lævis latus* (Von Mey.). Ce calcaire, que l'on exploite pour les constructions, près de la *Porte-de-France*, à Grenoble, termine la série des divers groupes qui constituent le terrain jurassique alpin. La puissance totale de ce terrain est très variable; dans le département de l'Isère, elle peut être estimée moyennement à sept ou huit cents mètres.

Le calcaire de la *Porte-de-France* se prolonge au loin dans les Alpes en conservant partout ses caractères distinctifs. Si, à partir de Grenoble, on remonte la vallée de l'Isère jusqu'à Albertville, puis celle de l'Arly jusqu'aux environs de Sallanches, on l'a constamment à sa gauche. C'est lui qui sert de support au grès vert de la montagne des Fis, au-dessus de Servoz. Plus loin, il coupe la vallée du Rhône près de Saint-Maurice, et le groupe de couches dont il fait partie repose ici sur le terrain anthracifère inférieur à stratification discordante, ainsi que l'a très bien figuré M. Favre (1). De Saint-Maurice jusqu'aux bains de Lionech on l'a encore sur sa gauche et on le traverse dans toute son épaisseur en franchissant le passage de la Gemmi. Nous ne l'avons pas suivi plus loin de ce côté, mais il est certain qu'il s'étend bien au delà. Il résulte d'une savante note de M. de Buch (2) que sa trace, parfaitement indiquée par ses fossiles les plus caractéristiques, se prolonge de chaque côté des Alpes, en Suisse, en Piémont, en Lombardie et jusque dans les contrées véniitiennes. Si nous revenons à Grenoble, notre point de départ, on peut, en remontant la vallée du Drac, suivre ce même calcaire pas à pas jusqu'aux environs de Gap et de là dans le département des Basses-Alpes, où il couronne le terrain jurassique si riche en fossiles des environs de Digne et de Sisteron.

Voilà donc un terrain bien défini, dont les principaux caractères sont constants sur une immense étendue. Comparons-le au système anthracifère : si nous prenons les deux terrains à leur base, nous

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. IV, p. 997.

(2) *Bulletin*, 2^e sér., t. II, p. 359.

voyons partout le premier reposer sur le second, et, dans quelques localités, comme aux environs de La Mure et de Saint-Maurice, il y a entre eux une solution de continuité extrêmement nette. Si nous les considérons dans leurs parties les plus élevées, le premier terrain offre une puissante assise calcaire à fossiles oxfordiens qui s'étend d'une extrémité des Alpes à l'autre, tandis que le second est terminé par un dépôt exclusivement arénacé, de quelques lieues de longueur qui, par ses roches et ses restes de végétaux, ne diffère en rien d'un terrain houiller. Si maintenant nous envisageons les deux systèmes au point de vue de leur constitution générale géologique et paléontologique, nous remarquons que l'un d'eux ne renferme point de grauwackes ni de plantes houillères, mais seulement des roches calcaires et de nombreux fossiles de l'époque oolitique qui se succèdent dans le même ordre que dans le Jura, tandis que l'autre est composé de puissantes assises argileuses ou arénacées, en général riches en végétaux houillers, et alternant avec des masses calcaires où l'on trouve quelquefois, quoique rarement, des coquilles liasiques, quel que soit d'ailleurs leur niveau géologique. Si, à ce qui précède, nous ajoutons que le système anthracifère est au moins *dix fois plus épais* que le terrain jurassique alpin, on reconnaîtra qu'il n'y a aucun rapport entre eux, si ce n'est la présence d'un certain nombre de fossiles communs à l'un et à l'autre.

Nous allons maintenant passer à un dernier fait, connu seulement depuis quelques années et qui vient prêter un appui inattendu et bien remarquable aux considérations précédentes. Le terrain appelé *verrucano*, en Italie, est composé de schiste micacé et talqueux passant au gneiss, de poudingue anagénite, de grauwacke, de schiste argileux, de quartzite, et de calcaire grenu avec talc et mica. Ce système de roches, le plus ancien de la contrée, offre une grande ressemblance avec les poudingues et grès de Valorsine, du Trient, d'Ugine et d'autres localités appartenant au terrain anthracifère. Cette similitude de caractères a frappé M. de Labèche qui, dans son *Manuel géologique*, considère l'un de ces terrains comme l'équivalent de l'autre. Cette opinion a été partagée par les géologues les plus distingués, parmi lesquels nous citerons MM. Murchison, de Buch, Elie de Beaumont, d'Omalius-d'Halloy, etc. MM. de Collegno, Sismonda, et la plupart des géologues italiens l'ont également adoptée. Depuis, de nouvelles analogies sont venues encore la fortifier. Ainsi, on a découvert que les grès et schistes argileux anciens de la Toscane renfermaient, comme ceux de la Savoie, des empreintes végétales houillères.

Quelques espèces sont même communes aux deux pays. On a reconnu, en outre, que la formation du calcaire rouge ammonitifère, qui paraît représenter en Italie ce que nous avons nommé le terrain jurassique normal des Alpes, reposait en stratification discordante (1) sur le *verrucano*, de la même manière que la formation liasique de Laffrey recouvre elle-même transgressivement les grès et schistes anthracifères des environs. Il y a, comme on le voit, entre les deux terrains, de nombreux points de rapprochement. Il semble, par conséquent, que si l'on parvient à déterminer l'âge de l'un d'eux, celui de l'autre se trouvera par le fait même fixé avec un grand degré de probabilité. Or, cette détermination a été faite, il y a peu de temps, pour le *verrucano* et elle est fondée sur des caractères tels qu'elle paraît devoir être définitive. MM. les professeurs Savi et Meneghini ont découvert eux-mêmes dans cette formation, près du village de Jano, non loin de Volterra, des fossiles décidément paléozoïques dont voici la liste : *Pholadomya regularis* (d'Orb.), *Pholadomya plicata* (d'Orb.), *Cardinia tellinaria* (Koninek), *Cardiomorpha pristina* (d'Orb.), *Leptæna arachnoidea* (d'Orb.), *Spirifer glaber* (Sow.), *Cyathocrinus quinquangularis* (Miller), *Cerriopora irregularis* (d'Orb.), *Productus* (espèces indéterminables) (2). Tous ces fossiles appartiennent à l'époque carbonifère. Comme les couches où on les a découverts renferment en outre de nombreuses empreintes de végétaux houillers, ce double caractère a fait cesser les doutes de la plupart des géologues italiens qui, après avoir longtemps discuté sur l'âge du *verrucano*, sont maintenant d'accord pour le rapporter aux terrains de transition.

Les faits qui tendent à séparer le système anthracifère du groupe oolitique et à le faire descendre dans les terrains de transition peuvent se résumer ainsi :

1° Les couches anthracifères, depuis les plus basses jusqu'aux plus élevées, renferment les genres et les espèces de végétaux les plus caractéristiques de l'époque carbonifère. On n'y trouve aucun débris de plante qui puisse se rapporter à la flore jurassique ;

(1) Il y a également discordance de stratification entre le calcaire rouge ammonitifère et les marbres de la Toscane, qui, en général, sont intimement liés au *verrucano* et en dépendent probablement.

(2) Voyez, à la page 210, l'ouvrage rempli de faits intéressants que MM. Savi et Meneghini ont publié sous le titre de : *Observations stratigraphiques et paléontologiques concernant la géologie de la Toscane* (*Osservazioni stratigrafiche e paleontologiche, etc.*), Florence, 1854.

2° Par leur nombre, leur constitution minéralogique et leur épaisseur énorme, les divers étages anthracifères s'éloignent beaucoup des groupes qui constituent la série oolitique; ils ont, au contraire, de l'analogie avec les formations paléozoïques;

3° Il existe dans les Alpes un terrain qui ne diffère sous aucun rapport essentiel du groupe oolitique et, qui, d'un autre côté, contraste fortement, par l'ensemble de ses caractères, avec le terrain anthracifère. Ces deux terrains n'ont entre eux aucune liaison, et ne sauraient, en aucune manière, être considérés comme parallèles: de là, cette conséquence forcée, que si le premier, comme personne n'en doute, appartient à l'époque jurassique, le second doit être d'un âge différent;

4° Le terrain appelé *verrucano*, en Toscane, est semblable au terrain anthracifère, et la plupart des géologues les ont considérés comme contemporains. S'il en est ainsi, le système anthracifère doit être rangé dans la période de transition; car, on a découvert depuis peu que son équivalent, le *verrucano*, renfermait, outre des plantes propres au terrain houiller, des fossiles caractéristiques de l'époque carbonifère.

Il est bien possible que ces faits ne paraissent pas suffisants pour la classification définitive des couches anthracifères, mais on nous accordera au moins qu'ils sont de nature à faire naître des doutes sérieux sur l'âge que l'on attribue généralement à ces couches, et que c'est avec cette disposition d'esprit qu'on devra les étudier à l'avenir. Nous n'en demandons pas davantage, car nous sommes convaincu que plus on multipliera les observations sans avoir un parti pris d'avance, et plus on reconnaîtra que, malgré la présence d'un certain nombre de coquilles propres au lias, le terrain anthracifère n'appartient point à la période jurassique. D'où cette conséquence importante, qui déjà n'est plus douteuse pour nous, qu'à l'époque où les *Orthocères*, les *Productus*, les *Leptaens*, etc., étaient répandus dans les deux hémisphères, il y avait dans un petit coin de l'Europe un bassin où, grâce à des conditions physiques tout à fait exceptionnelles, pouvaient vivre des Ammonites, des Bélemnites, des Peignes, des Térébratules et d'autres mollusques d'espèces liasiques. Ces mollusques, si différents de ceux qui peuplaient alors les mers voisines, étaient très peu nombreux, et sans doute ils avaient de la peine à se propager, comme semble le prouver la rareté extrême de leurs dépouilles. Néanmoins il est probable qu'ils ont subsisté jusqu'à ce que, par l'effet de grands changements survenus à la surface du globe, les circonstances physiques soient devenues exclusivement favorables à l'entretien

et à la propagation de la vie sous les formes jurassiques. Alors, de la contrée occupée plus tard par les Alpes, où ils étaient confinés, ces animaux ont dû se répandre dans toute l'Europe et dans d'autres parties du monde; ils ont été la souche de cette grande faune oolitique dont nous admirons aujourd'hui l'abondance et la variété.

Nous terminerons cette notice par de courtes observations sur la carte (pl. VIII) et les coupes (pl. IX) qui l'accompagnent. La carte géologique est destinée à faire connaître dans son ensemble le système anthracifère des Alpes de la France et de la Savoie. Indépendamment des divers étages anthracifères et du terrain jurassique normal dont nous avons parlé, cette carte indique les contours du groupe nummulitique et des roches cristallisées. Nous ne dirons rien du terrain nummulitique, qui a été décrit dans plusieurs mémoires spéciaux. Quant au terrain cristallisé, on sait qu'il est composé principalement de granite, de gneiss et de schiste micacé renfermant habituellement une proportion plus ou moins forte de talc. On y trouve également des curites et des diorites schisteuses, et quelquefois des bancs subordonnés, soit de calcaire blanc cristallin, soit de grauwacke et de schiste argileux. A l'exception du massif de granite et de gneiss qui constitue les derniers gradins des Alpes du côté du Piémont, et qui offre les caractères des terrains granitiques les plus anciens, nous considérons le terrain cristallisé comme ayant été formé aux dépens des schistes calcaires et arénacés du terrain anthracifère inférieur qui aurait subi, sur une grande échelle, les altérations du métamorphisme.

Le terrain anthracifère supérieur n'a pas été lui-même à l'abri de ces modifications cristallines; sur quelques points elles sont très étendues. Nous les avons désignées sur notre carte par des hachures accompagnant les teintes qui distinguent les divers étages.

Les coupes géologiques jointes à notre travail sont au nombre de cinq; aucune d'elles n'est théorique, ou, en d'autres termes, elles n'indiquent que des superpositions parfaitement visibles et susceptibles d'être vérifiées directement par l'observation. La plus importante est celle qui s'étend de la Grave à Oulx, parce qu'elle embrasse doublement toute la série anthracifère. Par une coïncidence heureuse, elle passe par une série de points où les couches se succèdent avec régularité, et où l'on n'aperçoit aucune trace de failles profondes, ni de grands bouleversements, ce qui permet de constater leurs relations mutuelles avec toute la rigueur désirable. Dans ces diverses coupes on a un peu exagéré l'épaisseur des assises calcaires afin de les mieux faire ressortir.

M. Barrande demande à M. Scipion Gras si les couches anthracifères auxquelles il a assigné des numéros d'ordre, dans son travail sur le terrain anthracifère des Alpes, renferment chacune des fossiles spéciaux.

M. Scipion Gras répond que les fossiles du terrain anthracifère sont, d'une part, des coquilles d'espèce liasique, et, d'autre part, des empreintes de végétaux houillers. Jusqu'à présent il n'a pas rencontré les deux sortes de fossiles réunies dans le sein de la même couche : les coquilles se trouvent dans les assises calcaires, et les empreintes végétales dans les grès anthraciteux ; mais on observe d'une manière non douteuse plusieurs alternances entre les calcaires et les grès.

M. Barrande appelle l'attention de la Société sur la réponse de M. Scipion Gras. La réunion de fossiles jurassiques et de fossiles carbonifères est un fait d'un tout autre ordre qu'une alternance de couches à fossiles carbonifères et de couches à fossiles jurassiques : les conclusions que l'on est en droit de tirer dans les deux cas sont très différentes.

Séance du 19 février 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, 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.

LÉON BONNARDOT, rue du Cherche-Midi, 20, à Paris, présenté par MM. Charles d'Orbigny et Albert Gaudry ;

JEAN OMBONI, docteur en mathématiques et professeur d'histoire naturelle, à Milan ; actuellement rue Racine, 12, à Paris, présenté par MM. Charles d'Orbigny et Hugard ;

RICORDEAU, docteur en médecine, à Seignelay (Yonne), présenté par MM. G. Colteau et Alcide d'Orbigny.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Ch. Des Moulins, *De la propriété littéraire en matière de nomenclature scientifique*, in-8, 24 p. Bordeaux, 1854, chez G. Gounouillou.

De la part de M. Ch. Babbagé, *On the constants of nature. Class mammalia.* — Sur les constantes de la nature. Classe des Mammifères. (extr. du *Compte rendu des travaux du congrès général de statistique réuni à Bruxelles au mois de septembre 1853*); in-4, 9 p. Bruxelles, 1853, chez M. Hayez.

De la part de M. Jacques Demaria, *Observations sur les causes de variations des espèces du règne animal et du règne végétal, dès le principe de la création jusqu'à nos jours, et considérations sur la formation des blocs erratiques, granitiques de l'Italie, de la Savoie et de la Suisse*, in-8, 7 p. Annecy, 1854, chez Louis Robert.

De la part de M. Norbert Ch. Dewael :

1^o *Observations sur les formations tertiaires des environs d'Anvers* (extr. du t. XX, n^o 1, des *Bull. de l'Acad. des sc., etc., de Belgique*), in-8, 36 p.

2^o *Rapport de M. Nyst sur le travail ci-dessus* (extr. du t. XX, n^o 1, des *mêmes Bulletins*), in-8, 6 p.

De la part de M. Gabriel de Mortillet, *Note sur les combustibles minéraux de la Savoie*, in-8, 22 p. Anneci, 1854, chez Aimé Burdet.

De la part de M. A. Quételet :

1^o *Rapport adressé à M. le ministre de l'Intérieur sur l'état et les travaux de l'Observatoire royal pendant l'année 1853*, in-8, 46 p. Bruxelles, 1854, chez M. Hayez.

2^o *Sur le climat de la Belgique. Sixième partie : De l'hygrométrie*, in-4, 110 p. Bruxelles, 1854, chez M. Hayez.

De la part de M. Eugène Robert, *Voyages en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Féroë pendant les années 1838, 1839 et 1840, sur la corvette la Recherche. Géologie, archéologie (Celtas)*, in-8, 308 p. Paris,, chez Arthus Bertrand.

De la part de M. Benjamin Vicuña Mackenna, *Le Chili considéré sous le rapport de son agriculture et de l'émigration*

européenne, in-18, 144 p. Paris, 1855, chez veuve Bouchard-Huzard.

De la part de M. Joh. Czjzek, *Geognostische Karte*, etc. (Carte géognostique des environs de Krems et du Manhardsberg, dans une étendue de 34 milles carrés, levée dans les mois d'août, septembre et octobre 1849), 1 f. grand aigle.

De la part de M. Franz Fötterle, *Die geologische Uebersichtskarte*, etc. (Carte géologique de la partie moyenne de l'Amérique du Sud), in-8, 22 p., 1 pl. Vienne, 1854, chez Anton Benko.

De la part de M. le docteur F. Sandberger, *Ueber die geognostische Zusammensetzung*, etc. (Sur la composition géognostique des environs de Weilburg), in-8, 48 p., 1 carte, 4 pl. Mayence.

De la part de M. Franz Ritter de Hauer :

1^o *Beiträge*, etc. (Matériaux pour l'étude des *Heterophyllen* des Alpes autrichiennes) (extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Vienne*, 1854, vol. XII, p. 864), in-8, 52 p., 4 pl.

2^o *Beiträge*, etc. (Matériaux pour l'étude des *Capricornier* des Alpes autrichiennes) (extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Vienne, cl. des sc. math. et nat.*, 1854, vol. XIII, p. 94), in-8, 30 p., 3 pl.

De la part de M. de Ritter de Zepharovich, *Beiträge*, etc. (Matériaux pour la géologie du cercle de Pilsen en Bohême) (extr. du *Jahrbuch de l'Institut géol. I. et R. d'Autriche*, 1854, 2^e trim., p. 274), in-4, 52 p.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 6 et 7.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. I, 1853, 2^e partie, *Tableaux météorologiques*, f. 8 à 11 et 30 à 33.

L'Institut, 1855, nos 1101 et 1102.

Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers publiés par l'Acad. R. des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, t. XXV, 1854-1853.

Bulletins de ladite Académie, t. XX, 3^e partie, 1853; t. XXI, 1^{re} partie, 1854. *Annexe aux Bulletins*, 1853-1854.

Annuaire de ladite Académie, 1854.

Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux, in-8, t. I^{er}, 1^{er} cahier, août 1854; 2^e cahier, janvier 1855.

Mémoires de l'Académie I. des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse, 4^e série, t. IV, 1854.

Table alphabétique des matières contenues dans les seize premiers tomes de ladite Académie. Toulouse, 1854.

Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, t. IV, Bulletin n^o 33.

The Athenæum, 1855, nos 1424 et 1425.

Revista minera, 1855, n^o 113.

Jahrbuch, etc. (Annuaire de l'Institut géologique I. et R. d'Autriche), 1854, 5^e année, nos 2, avril-mai-juin.

Jahrbücher, etc. (Annuaire de l'Institut I. et R. pour la météorologie et le magnétisme terrestre), par Karl Kreil, 2 vol. in-4; 1^{er} vol., années 1848 et 1849; 2^e vol., année 1850. Vienne, 1854, chez W. Braumüller.

The American journal of science and arts, by Silliman, 2^e série, n^o 53, septembre 1854.

M. Damour présente le rapport des recettes et dépenses de l'année 1854.

Compte des recettes et des dépenses effectuées pendant l'année 1854 pour la Société géologique de France, présenté par M. le baron DE BRIMONT, trésorier.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	Nos des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1854.	RECETTES effectuées en 1854.	Augmentation.	Diminution.
§ 1. Produits ordinaires des réceptions.	1	Droits d'entrée et de diplôme.	500 »	320 »	20 »	
	2	Cotisations { de l'année courante. des années précédentes.	8,000 »	8,990 »	990 »	
	3		1,500 »	2,020 »	520 »	
§ 2. Produits extraord. des réceptions.	4	Cotisations une fois payées.	300 »	365 »	65 »	
	5	Cotisations de cartes coloniales.	600 »	800 »	200 »	
§ 3. Produits des publications.	6	de Bulletins.	800 »	968 »	168 »	
	7	de Mémoires.	700 »	450 »		250 »
	8	de l'Histoire des progrès de la géologie.	20 »	44 »		6 »
	9	Arrérages de Rentes 4 1/2 %	1,000 »	2,121 40	1,121 40	
	10	sur l'État.	1,461 »	1,461 »		
§ 4. Recettes diverses.	11	Encasement de Bons du Trésor.	286 50	317 »	32 50	
	12	Arrérages des B.	3,000 »	3,000 »		2,000 »
	13	Allocation de M. le ministre de l'Instruction publique.	195 »	30 »		165 »
	14	Recettes imprévues.	1,000 »	1,000 »		
	15	Remboursement de frais de mandats.	50 »	6 90		43 10
	16	Recettes extraord. relat. au Bulletin.	20 »	28 10	8 10	
	17	Recette extraordinaire (loyer).	400 »	400 »		
	18					
§ 5. Solde du compte précédent.	19	Totaux des recettes.	20,030 50	20,721 40	3,116 90	2,534 10
		Reliquat en caisse au 31 décembre 1853.	3,743 35	3,743 35		
Totaux de la recette et du reliquat en caisse.			23,773 75	24,464 75		

COMPARAISON.

La Recette présumée était de.	23,773	35
La Recette effectuée est de.	24,464	75
Il y a augmentation de Recette de.	690	90
Il y a en plus en réserve 3000 fr. en bons du Trésor remboursables en 1855.	3,000	»
Total.	3,690	90

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1854.	DÉPENSES effectuées en 1854.	Augmentation.	Diminution.
§ 1. Personnel.	1	son traitement.	1,800 »	1,500 »	» »	» »
	2	travaux extraordinaires.	300 »	300 »	» »	» »
	3	Agent } gratification	200 »	200 »	» »	» »
	4	indemnité de logement.	200 »	200 »	» »	» »
	5	Garçon de bureau } ses gages.	800 »	800 »	» »	» »
	6	gratification	100 »	100 »	» »	» »
§ 2. Frais de logement.	7	Loyer, contributions, assurances.	1,550 »	1,320 60	» »	29 40
	8	Chauffage et éclairage.	500 »	515 65	15 65	» »
§ 3. Frais de bureau.	9	Dépenses diverses	300 »	578 85	78 85	» »
	10	Posts de lettres	150 »	117 65	» »	32 35
§ 4. Encasements.	11	Impressions d'avis, circulaires.	300 »	265 30	» »	91 70
	12	Change et timbre de mandats.	100 »	200 70	» 70	» »
§ 5. Matériel.	13	Mobilier.	200 »	5 »	» »	145 »
	14	Bibliothèque.	1,000 »	359 65	» »	640 35
	15	Collections.	60 »	» »	» »	50 »
	16	Bulletin } impr., papier, planches.	7,000 »	6,295 30	» »	704 70
	17	port du bulletin.	1,100 »	1,122 95	22 95	» »
§ 6. Publications.	18	Histoire des progrès de la géologie.	1,000 »	914 »	» »	86 »
	19	achat d'exemplaires.	1,000 »	2,000 »	1,000 »	» »
	20	Mémoires } dépenses supplém.	50 »	» »	» »	50 »
	21	coloriage de cartes.	» »	» »	» »	» »
	22	autres frais.	25 »	5 85	» »	19 15
§ 7. Placement de capi- taux.	23	Achat de Rentes sur l'État.	600 »	750 55	150 55	» »
	24	Placements sur le Trésor.	3,000 »	3,000 »	» »	» »
§ 8. Dépenses imprévues.	25	Arvances recouvrables.	50 »	15 »	» »	35 »
		Totaux.	21,575 »	20,960 05	1,268 70	1,883 65

COMPARAISON.

La Dépense présumée était de.	21,375 »
La Dépense effectuée est de.	20,960 05
Il y a diminution de.	644 95

RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1854.

La Recette totale étant de.	24,464 75
Et la Dépense totale étant de.	20,960 05
Il reste en caisse audit jour.	3,504 70

MOUVEMENT DES COTISATIONS UNE FOIS PAYÉES ET DES PLACEMENTS DE CAPITAUX.

	NOMBRE DES COTISATIONS.		VALEURS.	
	fr.	c.	fr.	c.
Recette { antérieurement à 1854...	108		32,117	70
{ pendant l'année 1854.....	2		800	»
Totaux.....	110		32,917	70
Legs Robertson.....			12,600	»
Total des capitaux encaissés.....			45,517	70
PLACEMENTS EN RENTES.				
1,461 fr. de rentes 4 1/2 o/o acquises antérieurement à 1854.	fr.	c.	} 45,553	25
	37,839	70		
291 fr. de rentes 3 o/o acquises antérieurement à 1854.	6,745	»		
32 fr. de rentes 3 o/o acquises pendant 1854.....	750	55		
1,784 fr. de rentes. — Excédant de la recette sur la dépense.....			184	45

MOUVEMENT DES ENTRÉES ET DES SORTIES DES MEMBRES.

Au 31 décembre 1853, les membres maintenus sur les listes officielles comme devant contribuer aux dépenses de 1854 s'élevaient au nombre de 483, dont :

387 membres payant cotisation annuelle } ci . . . 485
 et 98 membres à vie }

Les réceptions, du 1^{er} janvier au 31 décembre 1854, sont montées à 32

En plus, 2 membres à vie. 2

Total. 519

A déduire pour cause de décès, démissions et radiations. 28

Le nombre des membres inscrits sur les registres, au 1^{er} janvier 1855, s'élève à 491

dont 392 membres payant cotisation annuelle,
 et 99 membres à vie.

Rapport sur la gestion du Trésorier pendant l'année 1854.

Messieurs ,

Nous avons été chargés, MM. Graves, Viquesnel et moi, de vérifier les comptes du trésorier pendant l'année 1854; je viens vous présenter les résultats de notre examen.

RECETTE.

La recette présumée, non compris un reliquat en caisse de 3,743 fr. 35 c., a été portée au budget pour une somme de 20,030 fr. 50 c. La recette effectuée s'est élevée à 20,721 fr. 40 c.; elle présente donc, sur les prévisions, une augmentation de 690 fr. 90 c.

§§ I et II. *Produits ordinaires et extraordinaires des réceptions.*

Les deux premiers paragraphes, composés de cinq articles, présentent de notables augmentations, particulièrement sur les articles 2 et 3.

Art. 1 ^{er} . <i>Droits d'entrée et de diplôme.</i> . . .	20 fr.
Art. 2. <i>Cotisations de l'année courante.</i> . . .	990
Art. 3. <i>Cotisations des années précédentes.</i> . . .	520
Art. 4. <i>Cotisations anticipées.</i>	65
Art. 5. <i>Cotisations une fois payées.</i>	200
Total des augmentations.	<u>1,795 fr.</u>

Art. 5. On avait prévu au budget *deux cotisations une fois payées*, soit 600 fr. : les 200 fr. qui figurent en plus sont des solde et à-compte de premiers versements faits par des membres inscrits déjà comme *membres à vie*.

§ III. *Produit des publications.*

Les articles 6 et 9 de ce paragraphe ont éprouvé de l'augmentation; les articles 7 et 8, au contraire, ont subi une diminution.

Art. 6. (*Vente du Bulletin.*) Augmentation, 168 fr. Indépendamment des autres causes qui font rechercher notre *Bulletin*, l'augmentation de cette année doit être aussi attribuée à la mise en vente de la première série, dont le prix est fixé à 2 fr. le volume. Cette vente du *Bulletin* se compose de 21 abonnements pris par voies des libraires, et montant à 596 fr.

Exemplaires vendus aux membres de la Société. 264

Vente aux Sociétés étrangères. 30

Rentrée d'arrière. 78

Total. 968 fr.

Art. 7. La diminution de 220 fr. est due à ce qu'il n'y a pas eu de publication du demi-volume, contrairement aux prévisions du budget.

Art. 9. (*Vente de l'Histoire des progrès de la géologie.*) Augmentation de 1,121 fr. 40 c. Ce chiffre montre avec quelle faveur cet ouvrage continue d'être accueilli par le public.

La vente, pendant l'exercice 1854, porte sur les cinq volumes publiés. Elle a produit 2,121 fr. 40 c., savoir :

T. I ^{er} .	{ 40 exempl. vendus aux membres. . . fr. 50 » 45 exempl. vendus aux libraires. . . 72 » }	122 »
T. II.		{ 45 exempl. vendus aux membres. . . 37 50 47 exempl. vendus aux libraires. . . 51 » }
	{ 45 exempl. vendus aux membres. . . 37 50 20 exempl. vendus aux libraires. . . 96 » }	
T. III.		{ 21 exempl. vendus aux membres. . . 105 » 21 exempl. vendus aux libraires. . . 100 80 }
<hr/> <i>A reporter.</i> 434		

	<i>Report.</i> 134		fr. 559 80
T. IV.	{ 29 exempl. vendus aux membres. 145 » 27 exempl. vendus aux libraires. 129 60 }		274 60
T. V.		{ 125 exempl. vendus aux membres. 625 » 140 exempl. vendus aux libraires. 672 » }	
Total.	455 exempl. ayant produit		fr. 2,121 40

La vente, de 1847 à 1849, monte à 1940 exemplaires, ayant produit une somme de 8,204 fr. 60 c. ; si l'on y ajoute celle du dernier exercice, on voit que la vente totale monte à 2,395 exemplaires, ayant produit une somme de 10,326 fr.

Les allocations ministérielles reçues par la Société jusqu'à ce jour s'élèvent à	fr. 9,000 »
Si l'on y réunit le produit de la vente.	40,326 »
On a pour le total de la recette.	<u>49,326 »</u>
La dépense relative aux cinq premiers volumes monte à	20,139 30
Découvert de la Société au 31 décembre dernier.	813 30

Les dons faits, cette année, par la Société s'élèvent à 13 exemplaires.

La totalité des dons, à dater de l'époque où le premier volume a paru, s'élève à 533 exemplaires.

T. I ^{er}	{ A des membres qui ont acquitté la cotisation de 1847. 337 }	386 exempl.
T. II.	{ 1 ^{re} part. A des Sociétés savantes. . . 41 2 ^e part. A des Sociétés savantes. . . 37 }	78
T. III.		
T. IV.	A des Sociétés savantes. 31	
Total.		<u>533 exempl.</u>

Enfin, les exemplaires vendus ou donnés par la Société s'élèvent aux chiffres suivants :

T. Ier.	682 exemplaires.
T. II. { 1 ^{re} partie.	580
{ 2 ^e partie.	532
T. III.	457
T. IV.	409
T. V.	265

Total de la vente. . . 2,925 exemplaires.

§ IV. Recettes diverses.

Art. 10 et 11. (*Rentes sur l'État.*) Augmentation de 32 fr. 50 c. sur la rente 3 pour 100. Il reste à employer une somme de 184 fr., qui sera ajoutée au premier versement de 300 fr. pour *Cotisation à vie.*

Art. 12 et 13. (*Encaissement de bons du Trésor.*) La rentrée des bons du Trésor ne figure au chapitre de la recette que pour une somme de 1,000 fr., au lieu de 3,000 fr. portés au budget. Ce compte sera régularisé dans le courant de 1855, à l'échéance des bons actuellement entre les mains du trésorier entrant. Ces bons représentent une somme de 3,000 fr.

Art. 18. (*Recettes extraordinaires.*) La somme de 400 fr. portée à cet article, a été payée par la Société de météorologie pour sa part contributive dans les frais du loyer.

Résumé de la recette.

Les augmentations de la recette, montant à 3,416 fr. 90 c., portent particulièrement sur les cotisations, la vente du *Bulletin* et la vente de l'*Histoire des progrès de la géologie*. Les diminutions, s'élevant à 2,434 fr., portent sur la vente des *Mémoires*, l'encaissement et les arrrages des bons du Trésor et sur les recettes imprévues.

DÉPENSE.

La dépense présumée a été portée au budget pour une somme de 24,575 fr. ; la dépense effectuée s'est élevée à

20,960 fr. 05 c. ; il y a par conséquent économie de 614 fr. 95 c.

§§ I, II, III, IV et V.

Les huit premiers articles n'offrent que peu ou point de différence entre la dépense effectuée et les prévisions du budget : nous passons aux articles suivants :

Art. 9. *Les Dépenses diverses* présentent une augmentation de 78 fr. 85 c., motivée par les frais d'installation et d'emmagasinement dans des locaux nouvellement échangés.

Art. 10. (*Port de lettres.*) Cet article présente une diminution de 32 fr. 35. Nous trouvons néanmoins que la somme de 117 fr. 65 c., qui représente les frais de ports de lettres, pourrait être encore notablement réduite, et nous prions de nouveau nos confrères d'affranchir les lettres et les mémoires qu'ils adressent à la Société, afin de lui épargner une dépense sans utilité pour elle.

Art. 12. (*Change et timbre de mandats.*) Nous ferons la même observation sur cet article. La dépense de 100 fr. 70 c., employée en frais de mandats, serait facilement épargnée si nos confrères résidant en province ou à l'étranger voulaient bien adresser directement leurs cotisations au siège de la Société.

Art. 13. (*Mobilier.*) Diminution : 145 fr. On a encore différé, cette année, l'achat de divers meubles, en vue de la probabilité d'un déménagement prochain.

Art. 14. (*Bibliothèque.*) On avait prévu une dépense de 1,000 fr., particulièrement applicable aux frais de reliure. Il n'a été dépensé que 359 fr. 65 c. Il est à désirer que l'on consacre en 1855 une plus forte somme à cette mesure de conservation dont la nécessité est bien reconnue.

§ VI. Publications.

Art. 16 et 17. L'impression du *Bulletin* présente une diminution de 704 fr. 70 c. Le port du *Bulletin* donne une augmentation de 22 fr. 95 c.

Art. 18. La dépense prévue pour l'impression de l'*Histoire des progrès de la géologie* figure au budget pour une somme

de 1,000 fr., sur laquelle on n'a payé que 914 fr. : il y a eu par conséquent économie de 86 fr.

Art. 19. (*Achat de mémoires.*) Une somme de 1,000 fr. seulement avait été portée au budget; l'état satisfaisant de la caisse a permis de payer 2,000 fr., qui viendront en avance et en déduction des sommes à verser en 1855.

§ VII. *Placement de capitaux.*

Art. 23. L'augmentation de 150 fr. 55 c. que présente l'*achat de rentes sur l'État* provient d'un excédant resté disponible sur ce chapitre.

Résumé de la dépense.

Les augmentations, s'élevant à 1,268 fr. 70 c., portent principalement sur l'*achat des mémoires* et le *placement de capitaux*. Les diminutions, montant à 1,883 fr. 65 c., portent en majeure partie sur les *publications*, le *mobilier* et la *bibliothèque*.

CONCLUSIONS.

Le reliquat existant en caisse au 31 décembre dernier s'élève à 3,504 fr. 70 c. Indépendamment de cette somme, la Société compte parmi ses ressources disponibles, 3,000 fr. placés en bons du Trésor, remboursables vers la fin de février 1855.

Les inscriptions de rente à 4 1/2 et 3 pour 100 donnent ensemble un revenu de 1,784 fr.

L'exposé qui précède démontre que la Société géologique continue de se maintenir dans un état prospère.

Nous n'avons que des éloges à donner à notre agent qui s'acquitte avec la plus grande ponctualité de ses fonctions, devenues, depuis quelques années, plus laborieuses et plus compliquées.

Nous devons également appeler votre attention sur le zèle qu'a montré M. de Brimont, trésorier sortant, qui a su introduire dans notre comptabilité une lucidité parfaite et de nouveaux perfectionnements. M. de Brimont, avec un véritable

dévouement, a bien voulu conserver ces fonctions pendant six années consécutives. Nous vous proposons de lui donner décharge de sa gestion et de lui voter des remerciements.

A. DAMOUR, rapporteur.

Auguste Viquesnel.

Graves.

Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

M. le marquis de Roys, trésorier, présente le budget de 1855.

Projet de Budget pour 1855.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de recette.	NUMÉROS DES ARTICLES	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1854.	RECETTES effectuées en 1854.	SOMMES prévues pour 1855.
§ 1. Produits ordinaires des réceptions.	4	Droit d'entrée et de diplôme.	500 »	521 »	500 »
	2	de l'année courante.	5,000 »	3,999 »	9,000 »
§ 2. Produits extraord. des réceptions . . .	3	Cotisations.	1,500 »	2,020 »	1,000 »
	4	des années précédentes. anticipées.	300 »	365 »	300 »
§ 3. Produits des publications.	5	Cotisations un- fois payées.	600 »	800 »	700 »
	6	Bulletin.	500 »	953 »	700 »
	7	Histoire des progrès de la géologie.	1,000 »	2,121 40	1,000 »
	8	Veue de	700 »	480 »	700 »
§ 4. Recettes diverses.	9	Mémoires.	700 »	480 »	700 »
	10	Cartes colorées.	20 »	12 »	20 »
	11	Arrérages de rentes $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{4}$	1,461 »	1,461 »	1,461 »
	12	sur l'État.	254 50	317 »	323 »
	13	Encaissements de bons du Trésor.	3,000 »	1,000 »	3,000 »
	14	Arrérages des bons du Trésor.	195 »	30 »	165 »
	15	Allocation du ministre de l'instruction publique.	1,000 »	1,000 »	1,000 »
	16	Recettes imprévues.	50 »	6 00	20 »
	17	Remboursement des frais de mandats.	20 »	25 10	40 »
	18	Recette extraordinaire relative au Bulletin.	200 »	200 »	50 »
		Recette extraordinaire (loyer).	400 »	400 »	500 »
			20,030 50	20,721 40	20,769 »
§ 5. Solde des comptes de 1854.	19	Reliquat en caisse au 31 décembre 1854.			3,504 70
		Total de la recette prévue pour 1855.			24,253 70

Projet de Budget pour 1855.

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de dépense	NOMBRES DES ARTICLES	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1854.	DÉPENSES effectuées en 1854.	DÉPENSES prévues pour 1855.
§ 1. Personnel.	1	Agent { son traitement.	1,800	1,800	1,800
	2	Agent { traitements extraordinaires.	300	300	300
	3	Agent { gratifications.	200	200	200
	4	Agent { indemnité de logement.	200	200	200
	5	Garde de bureau. { des gages.	800	800	800
	6	Garde de bureau. { gratification.	100	100	100
	664	Garde supplémen- taire.	"	"	400
§ 2. Frais de logement.	7	Loyer, contributions, assurances.	1,550	1,520	1,500
	8	Chauffage, éclairage.	500	515	750
	9	Dépenses diverses.	500	578	600
§ 3. Frais de bureau.	10	Pots de lettres.	150	127	150
	11	Impressions d'avis, circulaires.	30	205	200
§ 4. Entretien.	12	Change et retour de mandats.	100	100	100
	13	Mobilier.	500	55	300
§ 5. Matériel.	14	Bibliothèque.	1,000	359	1,000
	15	Collections.	50	"	50
	16	Bulletin { impression, papier, plan- ches.	7,000	6,293	7,000
	17	Bulletin { port du Bulletin.	1,100	1,132	1,100
	18	Histoire des progrès de la géologie.	1,000	914	1,000
§ 6. Publications.	19	achat d'exemplaires.	1,000	2,000	2,000
	20	Mémoires { dépenses supplémentai- res.	50	"	200
	21	Mémoires { menus frais. — Coloriage de cartes.	25	5	50
	22	Achats de rentes sur l'Etat.	600	750	885
§ 7. Placement de ca- pitaux.	23	Placements en bons du Trésor.	"	"	3,000
	24	Avances remboursables.	50	15	50
			18,575	17,960	23,735

RÉSULTAT GÉNÉRAL.

La recette étant de. 24,403 fr. 70 c.

Et la dépense de. 23,735 »

La différence serait de. 668 fr. 70 c.

Ce qui permettra de maintenir la réserve de 3,000 francs placée en bons du Trésor.

Le budget est voté.

M. Daubrée fait la communication suivante :

Recherches sur la production artificielle des minéraux des familles des silicates et des aluminates, par la réaction des vapeurs sur les roches, par M. Daubrée.

La géologie moderne admet comme démontrée une modification des roches au contact ou dans le voisinage des terrains massifs cristallins : c'est cette idée théorique qui leur a valu la qualification de *roches métamorphiques*.

Depuis la mémorable expérience de James Hall, on a admis comme agent principal de métamorphisme une température élevée. Toutefois, la seule intervention de la chaleur ne peut expliquer dans leurs détails les modifications profondes que les roches ont subies dans de nombreuses contrées : des actions chimiques complexes ont évidemment contribué aussi à altérer le type primitif.

Dans des recherches antérieures, qui ont reçu l'approbation de l'Académie des sciences (1), je me suis principalement occupé de la reproduction des minéraux propres aux gîtes stannifères, et des réactions réciproques des vapeurs l'une sur l'autre. Les nouvelles expériences dont j'ai l'honneur de lui soumettre aujourd'hui les résultats ont, avec quelques modifications dans les procédés, la même idée théorique pour point de départ, et en étendent la portée à une catégorie de roches cristallines.

Le chlorure de silicium réagissant à l'état de vapeur et à la température rouge sur les bases qui entrent dans la constitution des roches, par exemple la chaux, se décompose en formant, par échange, du chlorure de calcium et de l'acide silicique. Tantôt cet acide reste libre, tantôt il se combine avec la base en excès et forme des silicates simples ou multiples.

Cette réaction présente ceci de remarquable sous le rapport chimique, et surtout au point de vue géologique, que l'acide silicique qui prend ainsi naissance et les silicates qui en sont les produits ont une grande tendance à cristalliser. Les cristaux sont petits, mais, en général, fort nets.

En outre, il importe de l'observer, la cristallisation de ces

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 4^{or} avril 1850 ; *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e sér., t. VII, p. 267, et t. VIII, p. 347.

composés a lieu alors à une température de beaucoup inférieure à leur point de fusion.

Avec la chaux, la magnésie, l'alumine, la glucine, on obtient du *quartz cristallisé* sous la forme ordinaire de prisme hexagonal pyramidé, et une partie de la base passe à l'état de silicate.

C'est ainsi que le silicate de chaux nommé *wollastonite* a une grande tendance à se produire en tables rhombes avec deux larges faces de troncature qui remplacent les angles obtus, forme habituelle des cristaux naturels. Souvent ces tables sont groupées perpendiculairement entre elles à la manière des prismes de staurotide.

C'est ainsi qu'avec la magnésie on obtient le *péridot* en prismes rectangulaires.

L'alumine donne un silicate en prismes allongés, à bases obliques, inattaquable par les acides, infusible, et avec tous les caractères du *disthène*. Il est assez intéressant de voir ici du chlorure d'aluminium se former aux dépens du silicium.

Pour former un silicate double ou multiple, il faut non-seulement mélanger les bases à silicater dans des proportions convenables, mais encore fournir, en ajoutant en excès l'une d'entre elles ou la chaux, l'oxygène nécessaire à la formation de l'acide silicique.

Un mélange de chaux et de magnésie donne des cristaux de *pyroxène diopside*, incolore, d'une limpidité parfaite; ils présentent le biseau qui est ordinaire à l'*augite*.

Sept équivalents de potasse ou de soude, un équivalent d'alumine, ou bien un équivalent d'alcali, ou équivalent d'alumine avec six équivalents de chaux produisent, sous la réaction du chlorure de silicium, des cristaux en prismes obliques avec biseau obtus, à peu près inattaquables par l'acide sulfurique, fusibles au chalumeau, qui, en un mot, présentent tous les caractères des *feldspaths*.

Par le même procédé, et en faisant varier les proportions et la nature des bases soumises au chlorure de silicium, je suis arrivé à des silicates offrant les caractères cristallographiques et chimiques de la *willémite*, de l'*idocrase*, du *grenat*, de la *phénakite*, de l'*émeraude*, de l'*euclase* et du *zircon*.

En mélangeant les éléments qui répondent aux compositions récemment données par M. Rammelsberg pour les tourmalines magnésiennes et ferro-magnésiennes, et y ajoutant un excès de magnésie ou de chaux pour fournir de l'oxygène au silicium, j'ai obtenu, au milieu de cristaux de quartz, des prismes hexago-

naux, qui présentent d'ailleurs les caractères extérieurs et chimiques de la *tourmaline*.

Le chlorure d'aluminium peut être utilisé de la même manière que le chlorure de silicium. En passant sur de la chaux au rouge, il produit du chlorure de calcium et de l'alumine en cristaux qui se rapportent à deux types propres au *corindon*, le prisme basé avec bordure, et la double pyramide très aiguë. Les uns et les autres ont une grande ressemblance, à part les dimensions, avec les *télesies*.

La même réaction a lieu avec la magnésie, et en outre, dans ce dernier cas, une partie de l'alumine régénérée peut se combiner avec la magnésie en excès, de manière à produire du *spinelle* reconnaissable à la forme de ses cristaux en octaèdres réguliers tronqués sur les arêtes. Toutefois, il est préférable, pour obtenir le spinelle, de mettre un mélange de chlorure d'alumine et de chlorure de magnésium en présence de la chaux portée à la chaleur rouge. Avec les chlorures de zinc et d'aluminium, on produit le spinelle zincifère ou *gahuite*.

Le chlorure de titane amené sur de la chaux donne le titane oxydé sous la forme de la *brookite*, et sous celle de tables carrées, comme l'*anatase*.

L'oxyde d'étain, obtenu d'une manière analogue, est en cristaux de même forme que celui que j'avais antérieurement produit par réaction sur la vapeur d'eau. Ainsi la forme en prisme rectangulaire persiste, pour l'oxyde de titane et pour l'oxyde d'étain produits par décomposition des chlorures de ces métaux, à des températures comprises au moins entre 300 et 900 degrés.

En faisant réagir le perchlorure de fer sur la chaux, j'ai obtenu le *fer oligiste* soit en cristaux spéculaires des plus nets, comme ceux du Saint-Gothard, soit en lames hexagonales transparentes, présentant par réfraction la couleur rouge du rubis. Le perchlorure de fer mélangé au chlorure de zinc donne, dans les mêmes conditions, une combinaison cristallisée analogue à la *franklinite*.

Enfin, la magnésie cristallisée ou *périclase* de la Somma peut être facilement obtenue aussi par la réaction de la chaux sur le chlorure de magnésium, qu'on trouve parmi les abondantes vapeurs chlorurées des fumaroles du Vésuve. Le même chlorure, décomposé par la vapeur d'eau, donne aussi la *périclase*, et le chlorure de zinc fournit le *zinc oxydé* cristallisé.

Afin de me rapprocher davantage des conditions de la nature,

j'avais d'abord tenté d'exécuter une partie des expériences dont il vient d'être question sous de fortes pressions, en renfermant dans des canons de fusil bien fermés de la craie avec des chlorures de silicium ou d'aluminium. Les petits tubes de verre scellés à la lampe, dans lesquels étaient contenus ces derniers corps, étaient placés au milieu de la craie, et ne devaient éclater que quand la chaleur avait pénétré jusqu'au centre de la masse : c'est seulement alors que les chlorures pouvaient réagir sur la chaux. Mais dans cette manière d'opérer, le chlorure de silicium et celui d'aluminium, bien qu'enveloppés d'une couche de carbonate de chaux, se portaient de préférence sur le fer du canon pour former du chlorure de fer qui se décomposait ultérieurement. D'ailleurs tous les canons de fusil, quelque épais qu'ils fussent, quel que fût le soin apporté à leur fabrication, étaient déchirés par la force expansive des gaz, auxquels ils ne pouvaient résister à une température où le ramollissement leur avait déjà fait perdre beaucoup de leur ténacité.

Les expériences dont nous venons de rendre compte, je me hâte de le faire observer, n'ont pas pour conséquence d'attribuer à la voie sèche un caractère exclusif dans le métamorphisme des roches. Il n'est en effet nullement prouvé que la présence d'une certaine quantité d'eau soit, à de hautes températures, un obstacle à des réactions semblables, puisque, dans les belles expériences de M. de Sénarmont, nous voyons la silice et l'alumine se séparer, anhydres, d'une dissolution aqueuse par une température de 300 à 400 degrés. Mais les difficultés que l'on rencontre en opérant sous de fortes pressions, et à des températures élevées, m'ont fait renoncer à tenter des réactions analogues où l'eau aurait servi de dissolvant à divers chlorures, ainsi qu'il est sans doute arrivé dans de nombreux cas naturels.

La richesse privilégiée des calcaires cristallins en minéraux souvent tout à fait étrangers aux roches voisines, ne peut résulter seulement de ce que la chaux, en y réagissant sur la silice, a servi à former des silicates particuliers. Quelles que fussent les impuretés originelles de ces calcaires, plusieurs minéraux n'ont pu s'y développer sans l'introduction postérieure d'agents chimiques qui leur étaient étrangers. Telle est la magnésite native ou périclase, disséminée en petits cristaux dans des blocs de calcaire magnésien à la Somma ; tel est le corindon engagé dans la dolomie du Saint-Gothard ; tel est encore le spinelle si abondant dans les calcaires sabordonnés au gneiss aux États-Unis, où, dans la

région limitrophe entre les États de New-Jersey et de New-York, ils forment une zone de plus de 30 kilomètres (1). C'est à ce même groupe de précipités basiques enclavés dans le calcaire qu'appartiennent les riches amas de zinc oxydé rouge avec franklinite, qui s'étendent aux environs de Stirling sur 13 kilomètres de longueur. On sait que le spinelle s'est aussi développé dans le calcaire à Monzoni, en Tyrol et en Scandinavie. Celui de Ceylan, que l'on exploite dans les sables de l'île de Candie avec les beaux corindons hyaliens, si brillamment colorés, et la cymophane, que cette île fournit depuis des siècles aux lapidaires, n'ont pas encore été rencontrés dans leur roche mère; mais, d'après les observations de M. J. Davy, ils paraissent appartenir à la dolomie qui est très développée dans la même région de cette patrie des gemmes. Enfin, pour se borner à un petit nombre d'exemples, c'est dans des conditions analogues de gisement que se trouvent les amas de corindon granulaire ou émeri de diverses contrées.

L'arrivée de combinaisons salines dont le carbonate de chaux a précipité les bases rend assez bien compte de la formation dans cette classe de minéraux, dont le corindon et le spinelle représentent les principaux types.

Les expériences dont s'occupait Ebelmen, au moment où une mort si prématuré est venu le ravir à la science, avaient précisément pour but la précipitation des silicates et des borates par la chaux et sous l'influence de la voie sèche. « Si les roches calcaires, dit Ebelmen, en terminant son dernier mémoire, se sont trouvées pendant un long espace de temps en contact avec les roches silicatées à l'état de fusion, il a dû se produire, outre la fusion et la cristallisation du carbonate de chaux, des réactions entièrement comparables à celles signalées dans ce mémoire (2). » Toutefois cette conclusion, dont on ne saurait méconnaître la valeur, ne paraît pas devoir s'appliquer à la plupart des minéraux renfermés dans les calcaires cristallins, notamment aux spinelles. Si, en effet, les spinelles à base de magnésie ou de fer résultaient de l'action immédiate du calcaire sur les roches cristallines voisines, ces premiers composés seraient concentrés, comme par plaques, en une sorte de *salbande*, le long de la surface de jonction des deux ro-

(1) Souvent le spinelle est accompagné de corindon, comme à Amity, où ce dernier minéral tapisse l'intérieur même des cristaux de spinelle.

(2) *Recherches sur la cristallisation par voie sèche. Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 4^{or} novembre 1854.

ches génératrices, près de laquelle il se serait simultanément développé des silicates à base de chaux. La fixité et l'infusibilité du spinelle ne lui auraient pas permis de se disperser en petits cristaux dans toute l'épaisseur de l'amas calcaire.

Cette dernière circonstance suffit pour faire admettre que l'agent qui a provoqué la formation du spinelle a pu s'insinuer dans l'intérieur de la masse calcaire, comme le feraient un liquide et des vapeurs en présence d'une roche poreuse ou sillonnée, et sous l'influence d'une forte pression. Le sel primitif n'étant plus représenté que par les bases qui en ont été précipitées, on doit croire que son élément électro-négatif a été éliminé, combiné à la chaux, à raison de sa solubilité dans l'eau, comme il est en général arrivé dans les filons métallifères et dans les roches cristallines, même les plus compactes. De toutes les émanations qui sortent encore des laboratoires souterrains, ce sont les chlorures qui paraissent le mieux satisfaire à ces dernières conditions du problème.

La région des États-Unis, si privilégiée par sa richesse en spinelle, se distingue aussi, parmi les autres contrées connues, par l'abondance extraordinaire avec laquelle s'y est développé le silicate magnésien fluorifère connu sous le nom de chondrodite. Non-seulement l'un et l'autre minéral se sont formés dans les mêmes roches, mais leurs cristaux sont souvent engagés les uns dans les autres. C'est une association de même nature qui se retrouve à Aker, en Suède, et dans les tufs de la Somma, où la variété de *chondrite*, connue sous le nom de *humite*, est pénétrée aussi de petits cristaux de spinelle ferrifère.

En admettant que les chlorures étaient parfois mélangés de fluorures, on se rend compte de l'origine de la chondrodite et de quelques autres minéraux, tels que le mica magnésien et fluoré du calcaire de Sainte-Marie-aux-Mines.

Des composés magnésiens, comme le spinelle, le chondrodite, le mica, le pyroxène, l'amphibole, le warwickite, la serpentine, sont souvent accumulés avec une prépondérance marquée, dans des calcaires qui ne renferment pas de magnésie. Ce fait, encore inexpliqué, ne serait qu'une conséquence des affinités chimiques différentes de la chaux et de la magnésie; car, dans nos expériences comme dans les réactions par voie humide, nous voyons partout le chlorure de magnésium être précipité par la chaux, et, quand ces bases se trouvent toutes deux en présence du chlorure de silicium ou du chlorure d'aluminium, la chaux céder son oxygène et la magnésie persistant à l'état d'oxyde entrer de préférence dans la

combinaison oxydée avec la silice et l'alumine régénérée. Le même principe qui explique la présence de la magnésie à l'exclusion de la chaux dans les fers oxydulés est-il la cause de la prépondérance de cette première base dans les éléments du granite et dans la serpentine?

Le mode d'enchevêtrement du quartz et des silicates, principalement dans les roches granitiques, a été longtemps une difficulté de toutes les hypothèses sur la formation des terrains dits primordiaux. Or, nous voyons maintenant dans nos expériences le quartz cristalliser en même temps et même plus tard que les silicates, à une température qui dépasse à peine le rouge cerise, et, par conséquent, de beaucoup inférieure à leur point de fusion.

N'est-ce pas aussi la même cause qui paraît quelquefois soustraire le quartz à l'influence des silicates basiques ou des aluminates, comme dans le granite, où il enveloppe des cristaux de cymophane au lieu d'avoir formé un silicate double comme l'émeraude et l'euclase?

Si le mica exhale encore, par la chaleur, des fluorures de silicium, de bore ou de lithium, osera-t-on affirmer que les pâtes granitiques n'aient pas aussi renfermé dans l'origine des chlorures de silicium, de bore ou d'aluminium, qui manquent, il est vrai, au milieu des vapeurs qu'on recueille aujourd'hui à proximité des orifices volcaniques, où ils sont décomposés et précipités par la vapeur d'eau, au contact de l'atmosphère, et où on les voit néanmoins contribuer très probablement à la formation des silicates, déjà attribués par les meilleurs observateurs à un produit de volatilisation? Ne trouvera-t-on pas d'ailleurs encore le chlore en quantité considérable dans certaines masses, comme la syénite zirconienne de Norwège, et la roche de l'Ilmen (niascite), où ce corps est principalement combiné dans l'éléolithe, et où il paraît avoir apporté le zirconium, le tantale, avec tout ce cortège d'éléments rares qui paraissent presque exclusivement propres à ces roches?

M. Ch. Sainte-Claire Deville fait observer que les remarquables expériences rapportées dans le mémoire précédent sont le complément des études faites depuis longtemps par M. Daubrée sur les gisements d'étain de la Saxe et du Cornwall, où l'on voit réunis la plupart des minéraux qui viennent d'être cités, et particulièrement la tourmaline. Il a eu l'occasion de vérifier la justesse des observations qui ont été faites par

M. Daubrée, au sujet des relations des gîtes de kaolin et des filons renfermant l'étain et les autres minéraux qui sont comme ses satellites. Ces relations sont frappantes dans le Cornwall, où M. Ch. Sainte Claire Deville a pu visiter, en 1853, les nombreuses exploitations de kaolin qui existaient à peine lors du voyage de M. Daubrée dans cette contrée.

Analyse des relations qui ont été publiées sur les éruptions volcaniques de l'île d'Hawaii (Sandwich), par le secrétaire, M. Albert Gaudry.

Dans ces dernières années, l'intérêt des géologues américains a été vivement excité par les phénomènes volcaniques qui se sont manifestés avec une énergie si intense dans une des Sandwich, l'île d'Hawaii. En qualité de secrétaire, je crois devoir présenter à la Société l'analyse des diverses relations de ces phénomènes.

M. Dana, en 1850 (1), a fait le résumé des travaux qui ont été publiés jusqu'à cette époque sur les éruptions d'Hawaii.

Cette île a la forme d'un triangle : l'un de ses côtés mesure 85 milles géographiques, et fait face à l'occident; un autre a 65 milles et regarde le S.-E.; le troisième, long de 75 milles, est exposé au N.-E.

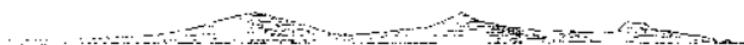
La configuration du sol est déterminée par trois sommets volcaniques : la plus élevée d'entre elles, le mont Loa, constitue la partie méridionale; sa hauteur est de 13,760 pieds; le Kea couvre la région du nord; enfin, sur le rivage occidental, se dessinent les contours d'Halalāi.

En approchant de l'île, et en contemplant la majestueuse élévation de ses cimes, le voyageur habitué aux dislocations des pays de montagnes s'étonne de la parfaite régularité du terrain : les monts Loa et Kea se dressant au milieu de l'île, forment un angle dont l'inclinaison est uniforme; depuis la base jusqu'au sommet, leur surface ne présente aucun indice de brisure.

(1) Dana, *Historical account of the eruptions of Hawaii* (*American journal of science and arts*, vol. IX, 2^e sér., 1850).

Mauna Loa.

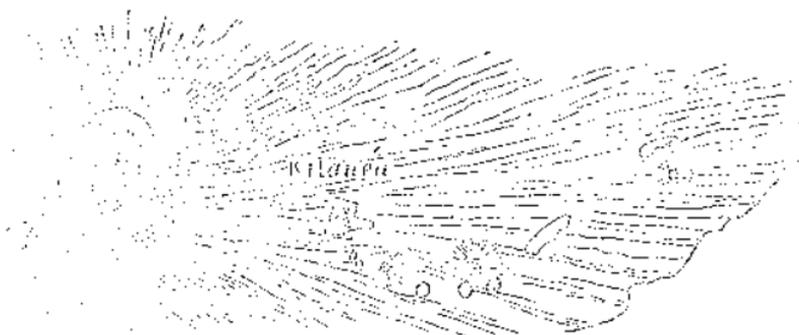
Mauna Kea.



La coupe, ici placée, de l'île d'Hawaii, représente les monts Kea et Loa. Ces monts ne sont pas le résultat de l'exhaussement de quelque chaîne de montagnes : ce sont des cônes volcaniques, isolés au sommet, réunis à leur base par la confluence des laves rejetées de leur sein.

Le mont Loa, le seul dont je doive entretenir la Société, présente une inclinaison moyenne de $6^{\circ} 30'$. La base de son cône a 46 milles de longueur ; son action volcanique s'étend sur un espace de 70 milles, c'est-à-dire sur toute la largeur de l'île, de l'E. à l'O. Si on voulait le considérer comme une portion de sphère, on pourrait dire qu'il correspond à un segment de 13,760 pieds de hauteur, détaché d'un globe dont le diamètre serait de 400 milles.

Ce mont renferme trois cratères, qui sont en activité, forment des gouffres profonds, et présentent des parois verticales composées d'une sorte de lave ou roche basaltique horizontalement stratifiée. Comme on le voit dans le plan ci-dessous,

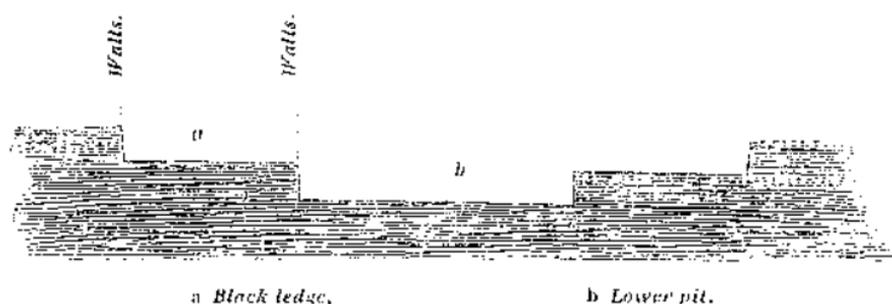


Mokua Weo-Weo, l'un des cratères, occupe la sommité de la montagne ; le second cratère en est très rapproché ; le troisième, nommé Kilauea, s'élève sur la pente ; c'est le plus connu, le mieux étudié : nous commencerons par son histoire.

Cratère de Kilauea.

Le voyageur, qui fait l'ascension du Kilauea, reconnaît le voisinage du volcan à de faibles vapeurs abandonnées par les fissures des roches. Tandis que, cherchant de nouveaux indices de l'ap-

proche du cratère, il continue à gravir la montagne, il se trouve brusquement arrivé au bord du gouffre : alors le plus imposant spectacle vient frapper sa vue : à ses pieds se déroule un amphithéâtre de 7 milles $\frac{1}{2}$ de circuit dont les murs s'enfoncent à 650 pieds au-dessous du sol. Dans cet abîme règne une galerie circulaire : cette galerie a été nommée *Black-Ledge*, appellation tirée de la couleur noire des roches dont elle est composée. Au centre du *Black-Ledge*, est un deuxième gouffre qui plonge à 340 pieds, et dans le fond duquel la roche est à nu sur une longueur de plus de 2 milles. La coupe ci-dessous représente d'une manière générale la disposition du cratère :



En dirigeant ses regards dans le deuxième gouffre (*lower pit*), le voyageur s'étonne d'y rencontrer un calme presque parfait; trois cheminées y sont en activité : l'une a dans son grand diamètre 1500 pieds, et dans son petit diamètre, 1000 pieds. A la surface de ce lac incandescent, les laves apparaissent comme rouges de sang et cependant elles ne s'agitent guère plus tumultueusement que de l'eau en ébullition. Aucun son ne peut arriver du fond du cratère jusqu'au sommet supérieur ; seulement, au niveau du *Black Ledge*, on entend un sourd mugissement et de loin en loin retentit comme un bruit de mousqueterie, qui se perd dans l'éloignement. Des vapeurs blanches teintées de rouge s'échappent des cheminées et des fissures ; elles figurent, dit M. Dana, ces vapeurs qui, par un jour pur, se confondent sur l'horizon avec les contours des montagnes de neiges : ces vapeurs, dans leur course vagabonde, se croisent et se remplacent lentement.

Telle était la scène pendant le jour. Durant la nuit, cette scène, sans cesser d'être aussi tranquille, devenait plus majestueuse encore. Dans le gouffre, des flots de feu coulaient silencieusement. Des trois cheminées, la plus grande formait un lac étincelant ; vers le S.-E. du lac, une rangée de petits bassins déversaient leur lave ; les deux autres cheminées lançaient par intervalle quelques jets ;

ces jets ne dépassaient pas 50 pieds de hauteur. L'amphithéâtre du cratère était brillamment illuminé, au milieu d'un horizon plongé dans une obscurité absolue; sur le noir du ciel se détachaient à peine quelques étoiles pâles et presque sans lumière.

Cette description du volcan se rapporte à une période de tranquillité.

Dans les paroxysmes, les cheminées deviennent plus nombreuses, plus larges, les cônes se multiplient, les explosions sont fréquentes; les courants de lave couvrent entièrement le cratère; alors on les a vus se réunir et former une plaine incandescente, ayant jusqu'à 7 milles 1/2 de circuit.

D'après la tradition des habitants d'Hawaïi, le Kilauéa serait en activité depuis des temps incalculables.

La première éruption, connue d'une manière précise, eut lieu en 1789, pendant les conquêtes de Ka-Meha-Meha. Un événement, également singulier et désastreux, l'a signalée :

L'armée de Kéoua, un chef de l'île, était poursuivie par celle de Ka-Meha-Meha, et se trouvait près du volcan, dans le moment où l'éruption se déclara. Cette armée se sépara en trois corps : le corps d'avant-garde perdit un grand nombre de ses hommes sous la nuée de cendres brûlantes qui l'assaillit. Les soldats du deuxième corps, formant l'arrière-garde, marchèrent dans le sens de l'éruption; ils faillirent être engloutis dans une crevasse causée par un tremblement de terre. Après avoir échappé aux plus grands dangers, ils rejoignirent le corps central de l'armée; mais, lorsqu'ils en approchèrent, quelle fut leur stupeur : ils trouvèrent tous leurs compagnons dans l'attitude de gens pleins de vie, qui étaient privés de mouvement et sourds à leur voix; d'épaisses bouffées d'air brûlant et de gaz sulfureux les avaient fait périr sur place; leurs corps portaient toutes les marques de l'asphyxie et de la consommation.

M. Ellis indique en 1823 une éruption violente, qui fut accompagnée de tremblements de terre.

En 1832, 56 cratères apparurent.

L'année 1838 se signale par une éruption désastreuse : les laves débordent hors du cratère, se précipitent sur ses pentes, entourent les forêts, arrachent des blocs de pierre, et parviennent jusqu'à la mer; à la rencontre des flots, elles éclatent, détonent et se projettent dans les airs en un millier de particules. Dans cette éruption, la nuit fut changée en jour; à la distance de 100 milles en mer, on voyait très distinctement l'illumination de l'île; à 40 milles, on lisait facilement à minuit.

La consommation des forêts par la chaleur des laves produisit des effets singuliers : les bois ayant été brûlés lentement, ils laissèrent en leur place des moules très parfaits ; on vit aussi des troncs, dont la base avait été complètement carbonisée, conserver un feuillage vert pendant plusieurs jours après le passage des coulées.

En 1841, le cratère s'est rempli graduellement de laves.

En 1844, il y a eu exhaussement et débordement de laves.

En 1849, il y a eu une éruption peu violente, et, depuis, le cratère semble devoir s'éteindre.

Un caractère spécial apparaît au milieu de toutes les éruptions du Kilauéa : c'est l'extrême liquidité des laves. Cette liquidité est beaucoup plus grande que dans les autres volcans ; elle est la cause de la tranquillité avec laquelle d'immenses masses sont rejetées ; ainsi, les cendres au Kilauéa ne peuvent être lancées au-dessus du grand lac de lave à plus de 60 pieds de hauteur ; au Vésuve, elles sont projetées à 1,000 pieds ; ainsi, encore dans la plupart des volcans, les laves sont trop épaisses pour être traversées facilement par les vapeurs. De là, des accumulations déterminant d'abord des tremblements, plus tard des explosions qui bouleversent le sol. A Kilauéa, les laves sont trop liquides pour résister fortement, et les éruptions, tout en donnant d'immenses masses de déjections, se produisent, en général, sans troubler la tranquillité du pays.

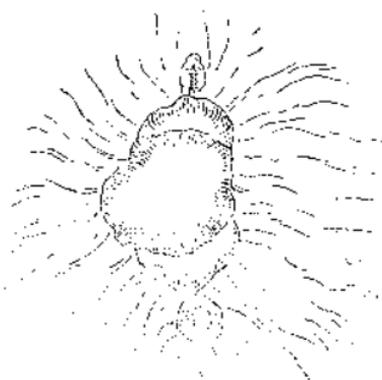
Cratère de Mokuia-Weo-Weo.

Le cratère du Kilauéa (1) s'est élevé, nous l'avons déjà dit, sur les flancs du Loa ; M. Dana a décrit encore le cratère placé au sommet de la montagne : le Mokuia-Weo-Weo.

Le Mokuia-Weo-Weo, comme le montre la figure ci-contre, est de forme elliptique. Le plus grand de ses diamètres est dirigé du N.-O. au S.-E.

Le fond du cratère est composé de laves solidifiées ; entre les fissures de ces laves se dégagent d'épaisses vapeurs. Les murailles sont pour la plupart verticales et formées de phonolite grise, non celluleuse, se divisant en plaques et renfermant du feldspath blanc.

(1) Dana, *On the volcanic eruptions of Hawaii*. Vol. X, p. 235 de l'*American journal of science and arts*, 1850.



Une éruption eut lieu au *Mokua-Weo-Weo*, en 1832 ; elle dura près de trois semaines. M. Douglass en a le premier fait l'histoire.

En 1843, MM. Andrews et Coan assistèrent à une immense éruption : M. Dana a reproduit, dans tous ses détails, le récit donné par M. Coan. Il paraît que les éruptions du *Mokua-Weo-Weo*, plus encore que celles du *Kilauéa*, auraient présenté une tranquillité véritablement exceptionnelle. Il est surprenant que des ouvertures aussi vastes aient pu se former sans que l'île tout entière ait été bouleversée. D'une hauteur de 14,000 pieds, les laves se déversèrent et coulèrent comme un fleuve, jusqu'à une distance de 25 milles. Cependant on ne vit aucune grande convulsion s'opérer dans la nature ; la transparence du ciel ne fut pas troublée par les cendres, comme il arrive souvent au-dessus des petits volcans ; aucune détonation, aucun mugissement même ne jetèrent l'alarme, et le signal de l'éruption fut uniquement donné par l'apparition de laves incandescentes, qui, brillant sur le sommet de la montagne, semblaient dans le lointain un fanal.

Depuis la relation de M. Dana, plusieurs notes ont été envoyées à l'*American journal of science and arts*.

Troisième cratère du mont Loa.

M. Coan, dans une lettre à M. Lyman datée de Hilo, île d'Hawaï, a transmis des détails sur une éruption du mont *Loa*, au mois d'août 1854 (1). Cette éruption eut lieu à quelques milles du sommet de la montagne, et par conséquent du *Mokua-Weo-Weo* ; elle dura trois ou quatre jours. Le nouveau cratère formé ne semble pas être en relation avec le *Kilauéa*.

(1) *On the eruption of Mauna Loa. 1854, 2^e sér., n^o 39, mai 1852 (American journal of science and arts).*

En février 1852, le sommet du mont Loa s'est embrasé de nouveau. L'éruption a formé un des plus beaux tableaux que le regard de l'homme ait contemplés jamais. MM. T. Coan et Sheldon en ont transmis la description (1). Il paraît que les coulées de lave pourront anéantir, par suite de leur avancement continu, la belle ville d'Hilo.

Lorsque l'éruption de février fut terminée et que les laves se furent solidifiées, M. Titus Coan alla visiter le mont Loa (2). Dans ses notes envoyées à M. Dana, il décrit la direction des coulées qui se perdent dans la forêt de Hilo, et, après avoir serpenté pendant 40 ou 50 milles, vont passer à 10 milles seulement de la ville de Hilo. Il fait connaître la forme et la hauteur du cône. Il ne trouve pas d'autres sels que du gypse. Il récolte du soufre. Les laves couvrent une étendue immense. Les ponces abondent jusqu'à une distance de 40 milles du cratère; elles deviennent plus nombreuses à mesure que l'on se rapproche du cône. Enfin, M. Coan rend compte de la scène lugubre et grandiose que présentent les désastres de l'éruption; il admire le contraste de cette nature aujourd'hui ravagée, déserte et silencieuse comme la mort, tandis que peu de temps auparavant elle montrait son irrésistible puissance, renversant, consommant tout ce qui entourait le volcan, centre de son action, et illuminant au loin le paysage par des flots de lave incandescente.

Séance du 5 mars 1855.

PRÉSIDENTE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Jules Haime, 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. VELASQUEZ DE LÉON, ministre de Fomento (travaux publics

(1) *Eruption from the summit of Mauna Loa, Hawaii*, 2^e sér., n^o 40, juillet 1852; et *On the eruption of Mauna Loa, Hawaii*, by Titus Coan (2^e sér., n^o 44, septembre 1852, *American journal of science and arts*).

(2) *Notes on Kilauea and the recent eruption of Mauna Loa*, by Rev. Titus Coan (2^e sér., n^o 43, janvier 1853, *American journal of science and arts*).

et agriculture), à Mexico (Mexique), présenté par MM. Elie de Beaumont et Virlet d'Aousi.

M. FOUR (Michel), ancien membre, à Arc, près Gray (Haute-Saône), est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, février 1855.

De la part de M. G. Cotteau :

1^o *Note sur les Échinides de l'étage kimméridgien du département de l'Aube* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XI, p. 351), in-8, 8 p., 1854.

2^o *Note sur quelques espèces de mollusques terrestres et fluviatiles* (extr. du *Bull. de la Soc. des sc. hist. et natur. de l'Yonne*), in-8, 15 p. Auxerre.

De la part de M. T.-A. Catullo, *Sui crostacei fossili, etc.* (Sur les crustacés fossiles du calcaire grossier du Véronèse. — Lettre au professeur C.-F. Naumann, de Leipzig), in-4, 3 f.; Padoue....., chez Ang. Sicca.

De la part de M. H.-B. Geinitz, *Preisschriften, etc.* (Mémoires couronnés et publiés par la Société du prince Jablonski, à Leipzig. — Description de la flore du bassin carbonifère de Hainich-Ebersdorf et de Flöha), in-8, 80 p., avec un atlas de 44 planches in-f^o, Leipzig, 1854, chez S. Hirzel.

De la part de M. Eugène Deslonchamps, *Notice présentée à l'Institut des provinces sur un genre nouveau de Brachiopodes, suivie de la description de quelques espèces nouvelles de la grande oolite et du lias de Normandie* (extr. de *l'Ann. de l'Institut des provinces*), in-12, 24 p., Caen, 1855, chez A. Hardel.

De la part de madame la vicomtesse Héricart de Thury et de ses fils, *Notice biographique sur Louis-Étienne-François vicomte Héricart de Thury*, in-8, 16 p., Paris, 1854, chez Bailly, Divry et C^{ie}.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 8 et 9.

L'Institut, 1855, nos 1103 et 1104.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 77, 8^e année, janvier 1855.

The Athenæum, 1855, nos 1426 et 1427.

Proceedings of the royal Society of London, vol. VII, n° 1.

Revista minera, 1855, n° 114.

Observaciones al proyecto de ley de minas presentado a los Cortes, in-f° , 13 p., Madrid, 1855.

M. le Président lit une lettre par laquelle M. Four fait connaître à la Société la perte qu'elle vient de faire dans la personne d'un de ses anciens membres, M. Renoir, professeur de physique dans la ville de Gray.

M. le Président annonce que jeudi, 1^{er} mars, un des membres les plus éminents de la Société, M. Duvernoy, a succombé à la maladie qui depuis plusieurs semaines menaçait sa vie. M. Duvernoy occupait, au Muséum d'histoire naturelle, la même chaire où avaient siégé de Blainville et, auparavant, Cuvier. En dehors de ses travaux d'anatomie et de zoologie, ce savant naturaliste rendait d'éminents services à la géologie par ses études sur les ossements fossiles.

M. Martins fait la communication suivante :

Note sur les érosions des roches calcaires dues aux agents atmosphériques, mais simulant des traces de grands courants diluviens, par M. Ch. Martins.

Après le dépôt des dernières couches marines, un phénomène diluvien s'est produit sur une grande partie de la surface du globe. Des courants provenant des groupes de montagnes ou de terres plus élevées ont couvert les parties basses de cailloux roulés dont la nature minéralogique nous indique le point de départ. Les eaux qui charriaient ces cailloux se sont élevées quelquefois à plusieurs centaines de mètres au-dessus du niveau des eaux actuelles (1).

(1) Voyez Fournet, *Du diluvium de la France*.

Blanchet, *Terrain erratique, alluvien, du bassin du Léman et de la vallée du Rhône*, 1844.

Mais, s'il est facile de constater d'une manière générale la réalité du phénomène, il est plus difficile de se faire une idée précise du régime de ces eaux. Les dépôts de cailloux roulés, seuls vestiges qui nous en restent, rappellent par leur disposition tantôt des fonds ou des rivages de lacs, de fleuves ou de torrents; plus souvent encore les cailloux sont accumulés en masses énormes et d'une épaisseur telle que l'imagination, même la plus hardie, n'ose hasarder la moindre explication sur le régime aqueux qui les a déposés. Aussi les géologues se sont-ils efforcés de chercher les autres traces que ces eaux diluviennes ont dû laisser après elles, afin de découvrir par elles ce que les seuls dépôts de cailloux roulés ne pouvaient leur apprendre.

Ces efforts n'ont pas été couronnés de succès, et les observateurs les plus éminents, préoccupés de l'idée des torrents diluviens, ont attribué à l'action de ces torrents diluviens des effets dus à celles des agents atmosphériques. Pour le démontrer, je ne m'occuperai ici que des roches calcaires et me bornerai à quelques exemples saillants, afin de mettre les jeunes géologues en garde contre un genre d'erreur assez généralement répandu et dans lequel je suis tombé moi-même à l'époque où j'étudiais comparativement les effets de l'eau et de la glace sur les roches de sédiment.

Étudions d'abord, pour procéder logiquement, les effets que les eaux produisent journellement sous nos yeux. Les torrents actuels creusent, dans les rochers qui les encaissent, des cavités conoïdales, elliptiques, hémisphériques, cylindroïdes, parfaitement lisses, quand la roche est homogène et compacte, semées d'aspérités, quand elle se compose de parties inégalement résistantes. La forme de ces cavités varie suivant la configuration de la rive, l'angle qu'elle fait avec le cours de l'eau, la résistance et la nature de la roche, celle des matériaux entraînés, etc. Si la cavité est verticale ou à peu près, et que des pierres ou une seule pierre s'introduise dans son intérieur, cette pierre, retournée sans cesse par les eaux dans cette cavité, l'agrandit en l'arrondissant : c'est ce qu'on appelle une marmite de géant (*pot-hole* des Anglais) (1). Quand on trouve loin des fleuves actuels une de ces marmites de géant avec le caillou qu'elle contient, le doute n'est pas possible : c'est un torrent diluvien qui a creusé cette cavité. Mais le plus souvent on ne voit que des cavités considérables ou des sillons tracés sur les parois des escarpements de rochers.

(1) Voyez ma *Note sur une marmite de géant dans l'Arve à Chamonix*. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. II, p. 324, 1845.)

Ces cavités sont conoïdales ou elliptiques; leurs bords et leur fond sont arrondis. De loin elles paraissent parfaitement lisses et unies comme celles qui sont creusées par les torrents actuels; les sillons semblent et sont même quelquefois réellement horizontaux ou légèrement inclinés à l'horizon. L'analogie est frappante, et l'on croit avoir sous les yeux les rivages d'un torrent diluvien, les traces d'un niveau des eaux plus élevé que celui de l'époque actuelle. De grands observateurs s'y sont trompés, nouvelle preuve qu'on ne saurait trop se défier des préoccupations systématiques et vérifier sans cesse de près ce que l'on a cru voir de loin. Quelques exemples célèbres justifieront mieux que tous les raisonnements ce que je viens d'avancer.

Érosions et grottes du mont Salève, près de Genève.

De Saussure, après avoir traité longuement des cailloux roulés des environs de Genève (1), recherche les traces des érosions que le prodigieux torrent qui les a charriés a dû laisser sur les roches encaissantes, et s'applaît de les avoir trouvées sur la face occidentale du mont Salève qui regarde la ville de Genève et semble une muraille calcaire presque verticale.

« Tous ces sillons, dit-il (§ 221), ont leurs bords terminés par des courbures arrondies telles que les eaux ont coutume de les tracer. Je dis qu'ils sont à peu près horizontaux parce qu'ils sont parfois inclinés de quelques degrés en descendant vers le sud-sud-ouest, pente qu'a dû avoir le courant. De tels sillons ne sauraient avoir été tracés par les eaux des pluies, car celles-ci forment des excavations, ou perpendiculaires à l'horizon, ou dirigées suivant la plus grande inclinaison des faces des rochers, au lieu que celles-ci sont tracées presque horizontalement sur des faces tout à fait verticales. Ces sillons sont ce que je cherchais, les traces et les ornières du courant qui a charrié dans nos vallées les débris des rochers des Alpes.

» On voit aussi à la surface de ces mêmes rochers des cavités arrondies de plusieurs pieds de diamètre et de deux ou trois pieds de profondeur dont l'ouverture regarde le nord-nord-est et qui paraissent par conséquent avoir été creusées par les filets du courant qui se jetaient avec impétuosité contre les parties les plus saillantes et les plus exposées. Ces cavités ont leurs fonds et leurs bords arrondis, et comme leurs ouvertures se trouvent placées sur

(1) *Voyage dans les Alpes*, §§ 203 à 207.

la face verticale de rochers escarpés, on ne peut pas supposer qu'elles aient été formées par la chute des eaux de la montagne.

» On peut observer ces excavations sur presque toutes les faces des grands rochers du mont Salève, du moins jusqu'à la moitié. Sur les flancs escarpés du mont Salève qui regardent Genève, ces rochers, dit-il (1), sur lesquels les injures de l'air font peu d'impression, ont dû former une des parois du grand canal ; ils ont dû par conséquent être rongés et sillonnés à peu près horizontalement dans la direction de ce même courant, et les parties les plus saillantes ont dû être exposées aux érosions les plus considérables.

» Les faits ont pleinement répondu à ces conjectures. J'ai fait à ce sujet les observations les plus claires et les plus satisfaisantes. Les tranches nues et escarpées des grandes couches du petit et surtout du grand Salève présentent presque partout les traces les plus marquées du passage des eaux qui les ont rongées et excavées. On voit sur ces rochers des sillons à peu près horizontaux plus ou moins larges et profonds. Il y en a de quatre à cinq pieds de largeur et d'une longueur double ou triple sur un ou deux pieds de profondeur deux tiers de sa hauteur ; mais on les distingue avec une évidence particulière sur les rochers qui dominent le pas de l'échelle, sur ceux qui sont au-dessus des couches perpendiculaires entre Veiry et Crevin, sur les couches épaisses qui dominent les grottes de l'Hermitage, sur celles qui sont au-dessus du coin, etc.

» Je ne dois pas dissimuler qu'entre ces excavations arrondies, que je regarde comme l'ouvrage des eaux, on en rencontre quelques-unes qui sont creusées en sens contraire du courant que je suppose avoir descendu notre vallée, et qui pourraient faire naître quelques doutes sur la cause que je leur attribue. Mais ces doutes s'évanouissent si l'on considère que sur les bords de tous ces grands courants, tant de la mer que des rivières, il se forme des remous dont la direction est contraire à celle du courant et qui sont souvent aussi rapides que lui. Il s'y forme aussi des tourbillons plus rapides encore et dont la force rongeannte est très considérable. D'ailleurs les vagues ont aussi, on le sait, le pouvoir de ronger et d'excaver les rochers ; elles agissent comme les vents qui les soulèvent dans différentes directions, et ces vents doivent avoir beaucoup de prise sur un courant large, comme était le nôtre, de quatre à cinq lieues. Enfin, si l'on veut consulter l'expérience, que l'on observe les bords de quelque rivière resserrée entre des rochers, on verra sur ces rochers et des sillons allongés, et des excavations

(1) *Ibid.*, §§ 220, 221, 222, 223, 224 et 225.

arrondies exactement semblables à celles que j'ai observées sur le mont Salève; on y trouvera même des cavités creusées dans une direction contraire à celle du courant.

» Quant à ce qu'on nomme les grottes de l'Hermitage, ou ces excavations profondes de trente pieds et huit ou dix fois aussi longues, produites par la destruction totale de plusieurs couches de rochers, par quel agent pourraient-elles avoir été formées, si ce n'est par les érosions de cet ancien courant?

» La gorge même de Monetier, ou cette grande échancrure qui sépare le grand Salève du petit, et dans le fond de laquelle est le joli vallon de Monetier, paraît avoir été formée par un courant semblable qui, descendant des Alpes par la vallée de l'Arve, venait se jeter dans notre grand courant; car les couches correspondantes du grand au petit Salève indiquent leur ancienne jonction, et l'on ne comprend pas quel autre agent aurait pu détacher et emporter la pierre énorme qui manque à la montagne. »

Ainsi parle de Saussure. Il est impossible d'être plus explicite; à ses yeux, les érosions du mont Salève sont aussi probantes comme traces des anciens courants que les cailloux roulés eux-mêmes.

La plupart des géologues se rangèrent à l'opinion de l'illustre savant. Cependant, l'année même de sa mort, un observateur très consciencieux, Deluc (1), combattait déjà l'explication de de Saussure.

Il montrait, à propos de la grotte de l'Hermitage, qu'on n'y voit aucune trace d'érosion, que les faces ont leurs aspérités, et il les attribue à la destruction de portions de couches moins dures que les autres, creusées et décomposées par l'action de l'air et des gelées, comme on en voit plusieurs exemples. Il se demande aussi si l'affaissement des couches du petit Salève n'a point commencé le travail en disloquant celles qui forment le toit de la grotte de l'Hermitage. Deluc termine son mémoire en montrant que l'action érosive des torrents est limitée, et que les eaux torrentielles n'ont pas le pouvoir de creuser, mais seulement d'arrondir les surfaces de rocher qu'elles baignent habituellement. Il conclut que les gorges, fentes, pertuis, au fond desquels coulent ces torrents, sont dus à des causes différentes. Dans son analyse il oublie toutefois de tenir compte de l'action des cailloux que le torrent projette

(1) *Sur une vis pétrifiée du mont Salève et sur la couche où on la trouve, suivi d'un examen de l'opinion de plusieurs naturalistes que les torrents ont creusé les coupures des rochers où ils ont leurs cours.* (*Journal de physique*, t. XLIX, p. 319. 1799.)

dans ses crues contre ses parois, et dont le choc répété finit par user la roche et produit les cavités et les sillons qu'on observe dans le lit de la plupart des cours d'eau donnés d'une certaine vitesse.

Après Deluc, M. Alphonse Favre, dans ses considérations géologiques sur le mont Salève (1), explique aussi les grottes du Salève par la destruction des couches, et le creusement des sillons et des cavités, par le fendillement de la roche qui se désagrège.

Il me reste peu de détails à ajouter à ceux qui ont été donnés par MM. Deluc et Favre, et je n'aurais même pas parlé des sillons et des cavités du Salève si leur origine diluvienne n'avait pas été souvent invoquée sur l'autorité d'un des plus grands observateurs dont s'honore la physique du globe. Mais j'ai voulu mettre sous les yeux du lecteur une image de ces cavités en utilisant un dessin que je dois à l'obligeance de mon ami, M. John Coindet, de Genève.

Le grand et le petit Salève se composent, comme on sait, d'assises plongeant vers les Alpes, relevées vers le Jura, dont les tranches horizontales forment, par leur superposition, du côté de Genève, un escarpement très abrupt. Dans leur épaisseur, ces assises (Pl. X, pl. A, fig. 2) se décomposent en couches verticales détachées quelquefois du reste de la montagne. L'une d'elles semble menacer de sa chute le voyageur qui met le pied sur la première marche de l'escalier du sentier appelé le *Pas de l'Échelle*. Ce sentier, qui mène du village de Veiry à celui de Monetier, nous permettra d'examiner de plus près les érosions et les cavités conoidales du mont Salève. L'escarpement qui le domine immédiatement est du calcaire corallien. Aux deux tiers de la montée qui longe le grand Salève, à la hauteur de 300 mètres environ au-dessus du lac, le géologue remarque sur sa droite un immense arc en forme de voûte surbaissée (pl. A, fig. 1, *bb*) dont l'ouverture est de 50 mètres et la plus grande hauteur de 20 mètres environ. La saillie de cette voûte sur le rocher est de 2 à 5 mètres. En l'examinant de plus près, on reconnaît que cette voûte est due à la destruction de l'une des couches verticales (pl. A, fig. 2 *b*) dont nous avons parlé. Au pied de la voûte on en voit des fragments en forme de parallépipède de plusieurs mètres de longueur, et l'éperon (fig. 1 *b'*) qui partage la base de la voûte en deux moitiés inégales est un reste de cette couche qui a résisté aux agents atmosphériques. Au-dessus de la voûte on aperçoit une seconde ligne courbe (fig. 1 *aa*)

(1) *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, t. X, p. 94. 1843.

formant un second arceau moins saillant, mais plus grand que le premier : il est dû également à la destruction d'une couche verticale (fig. 2 *a*). D'où il résulte que la cavité de la grotte formée par l'arceau inférieur *bb* provient de la destruction de deux couches verticales du rocher.

Ce n'est pas tout : le fond de la grotte, formé par la troisième couche verticale en comptant de dehors en dedans, se trouvant exposé à son tour aux intempéries de l'air, commence à se creuser de cavités (fig. 1 et fig. 2 *ddd*) ayant de 4 à 5 mètres d'ouverture et jusqu'à 3 mètres de profondeur.

En résumé, la coupe (pl. A, fig. 2) montre que l'action séculaire des agents atmosphériques a détruit successivement les couches verticales de la montagne et formé les arceaux et les cavités dont nous parlons. La couche *a* était dans l'origine la couche la plus superficielle de l'escarpement du mont Salève. Sa destruction partielle a engendré la corniche en forme d'arceau *a* des figures 1 et 2. Cette corniche est la partie inférieure de la couche *a* (fig. 2) qui, au-dessus des grottes, a résisté aux agents destructeurs. La deuxième couche verticale *b* (fig. 2) de la montagne, ayant été mise à nu, elle a été attaquée à son tour, et le bord inférieur de la partie restante *b* forme l'arceau *bb* de la figure 1. Enfin la troisième couche *c* (fig. 2) étant mise à nu, sa destruction commence par le creusement des grottes *dd* (fig. 1 et 2).

Ces cavités sont le résultat d'une altération particulière de la roche qui se fendille, puis se morcelle et se divise en fragments anguleux. L'humidité pénètre entre ces fragments ; les racines des plantes s'y introduisent et les écartent ; tous les hivers la gelée les disjoint, et ils finissent par se détacher. Le sol des grottes en est jonché, il suffit de donner un coup de marteau sur les parois pour en faire tomber un grand nombre à la fois. Les parois de ces grottes sont donc excessivement rugueuses, et c'est seulement de loin qu'elles paraissent lisses comme celles qui seraient dues à l'action des eaux.

Souvent la tranche d'une assise ou d'une portion d'assise se creuse de cavités qui s'allongent, deviennent elliptiques et prennent enfin l'apparence de sillons horizontaux simulant de loin, à s'y méprendre, ceux que produisent les cours d'eau actuels. On en voit beaucoup d'exemples sur l'escarpement des deux Salèves.

Les grottes de l'Hermitage, sur le petit Salève, ayant été citées par de Saussure comme un sillon diluvien, je crois devoir en dire quelques mots. Placées à la limite du terrain corallien et portlandien, elles sont dues à la destruction de plusieurs assises de calcaire

portlandien. La destruction a peut-être commencé par le morcellement dont nous avons parlé. Mais actuellement, la démolition continue par la chute de gros parallélépipèdes rectangulaires qui se détachent de la voûte et tombent sur le sol qui en est couvert. Il est facile, en examinant la voûte, de prédire quels sont ceux qui se détacheront bientôt, car on voit déjà les fentes qui les séparent de l'assise à laquelle ils appartiennent.

Suivant Deluc (1), cette grotte aurait été aussi exploitée comme carrière, probablement pour bâtir le château de l'Hermitage dont les ruines sont près de là.

En résumé, les cavités concoidales, les sillons et les grottes du mont Salève sont dues à l'action de l'atmosphère qui altère certaines portions de la roche de préférence à d'autres. Ces cavités ne sauraient donc être invoquées en faveur de l'existence d'un courant qui aurait coulé entre les Alpes et le Jura et transporté les blocs erratiques de protogine du Mont-Blanc semés sur le grand et le petit Salève; elles ont une origine tout à fait différente et se creusent chaque année sous les yeux des observateurs genevois.

Érosions des rochers coralliens de Saint-Mihiel (Meuse).

Pour montrer combien ces phénomènes d'érosion atmosphérique sont communs, je citerai un autre exemple où ils simulent à tel point l'effet produit par les eaux, qu'un géologue éminent, M. Charles Lyell, s'est laissé induire en erreur par ces apparences lorsqu'il visita cette localité en 1833.

« Près de la porte septentrionale de Saint-Mihiel (2), ville située en France, au sud de Verdun, j'ai, dit-il, reconnu sur des falaises calcaires des traces fort analogues à celles que M. Boblaye a signalées en Grèce. Ce sont deux, quelquefois trois sillons horizontaux creusés dans la roche blanche et semi-cristalline qui s'élève sur la rive droite de la Meuse. Cette falaise a été rompue et n'est plus composée que de rochers isolés dont le sommet présente de tous côtés des escarpements verticaux. Les sillons tournent autour de ces rochers exactement comme si le sommet avait formé un écueil battu de tous les côtés par les vagues.

« Je n'ai aucune indication pour savoir à quelle époque ces falaises ont été émergées au sein de la mer. C'est M. Deshayes qui m'avait signalé cette localité, et dans ma seconde édition j'ai dit,

(1) *L. c.*, p. 120.

(2) *Principles of geology*, t. IV, p. 34, 4^e édition, 1835.

Soc. géol., 2^e série, tome XII.

sur son autorité, que ces rochers rongés étaient percés par des coquilles lithophages, mais je n'en ai point vu, et je pense que les coquilles du genre *Saricava*, que M. Deshayes a recueillies dans cette localité, étaient de l'époque corallienne et non de celle pendant laquelle les sillons ont été creusés. Les coraux de l'époque du *coral rag* contiennent souvent des coquilles perforantes qui paraissent avoir percé les zoophytes pendant qu'ils vivaient encore au sein de la mer. »

M. Lyell, on le voit par cette citation, est moins affirmatif que de Saussure, et c'est à la mer et non à un courant qu'il attribue ces érosions; il les compare à celles que M. Boblaye a vues en Morée (1). Peut-être serait-il plus naturel, si l'on veut les attribuer à l'action des eaux, de supposer qu'elles indiquent deux niveaux successifs de la Meuse qui coule au pied de ces falaises. Dans la plaine on trouve çà et là des cailloux roulés provenant des Vosges et indiquant un régime hydrographique fort différent de l'état actuel.

Curieux d'étudier cette localité, je la visitai en 1847 avec mon ami, M. Gastaldi. Voici ce que nous avons constaté. La ville de Saint-Mihiel occupe le revers septentrional d'une large vallée à fond plat où la Meuse promène lentement son cours sinueux au milieu de vastes prairies. Au nord de la ville, six rochers de couleur blanche (pl. B, fig. 1), rangés parallèlement au cours du fleuve, s'élèvent semblables à des piliers gigantesques. Un talus peu incliné, traversé par la route de Verdun, s'étend des bords du fleuve jusqu'au pied des rochers qui est à 25 mètres environ au-dessus de leur niveau. Les rochers eux-mêmes font saillie à travers un autre talus composé en partie de leurs débris accumulés qui reposent sur des argiles oxfordiennes. Le sommet des rochers se raccorde avec le bord du plateau P distant de 35 mètres environ. Il est évident, au premier coup d'œil, que ces rochers formaient jadis la falaise et le plateau dont ils sont actuellement séparés. Ce sont des pans de murailles restés debout pour témoigner de l'action lente mais irrésistible des éléments atmosphériques détruisant sans relâche les rescifs que les polypiers avaient élevés au fond de la mer corallienne. Mon ami, M. Hogard, d'Épinal, a eu l'obligeance de m'envoyer le dessin de ces rochers; je le reproduis : mieux que toutes mes paroles, il en donnera une fidèle idée au lecteur. En moyenne, ces rochers ont 25 mètres de haut. Quand on les considère de loin (pl. B, fig. 1),

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4^{re} sér., t. II, p. 236.

de la rive droite de la Meuse, on est frappé de voir deux lignes d'érosion parallèles et superposées qui semblent indiquer deux niveaux successifs du fleuve. La ligne supérieure aboutit à un champignon appelé la *table du Diable* (fig. 5) qui couronne le dernier rocher comme si les eaux, en tournant autour de lui, l'avaient rongé de tous les côtés.

Le géologue qui se contenterait de cette vue lointaine s'en irait convaincu qu'il a eu sous les yeux une des preuves les plus manifestes de l'ancienne existence de ces puissants courants diluviens qui ont transporté jusqu'en Lorraine les fragments détachés de la chaîne des Vosges. Car à l'époque diluvienne les eaux de la Moselle devaient se réunir à celles de la Meuse par-dessus le plateau peu élevé que traverse actuellement le canal de la Marne au Rhin, entre Toul et Pagny-sur-Meuse (pl. A, fig. 5).

Un examen plus attentif ébranle d'abord, puis détruit de fond en comble ce système si plausible en apparence. Et d'abord les sillons inférieurs ne sont pas parallèles aux sillons supérieurs, et en second lieu ils ne sont ni horizontaux ni parallèles à la pente de la Meuse. Ils offrent même des pentes en sens inverse, c'est-à-dire que les uns se plongent vers l'aval, tandis que les autres plongent vers l'amont. Ainsi, d'après les mesures de M. Hogard, ce sillon supérieur du premier rocher (pl. B, fig. 1 a), appelé *rocher du Calvaire*, offre une pente d'un degré vers l'amont. Le sillon correspondant du troisième rocher (fig. 3) offre une pente de 3 degrés vers l'amont. Sur le quatrième rocher (fig. 4 a) la pente est de 4 degrés dans le même sens. Sur le dernier (fig. 4), la pente du sillon inférieur est de 12 degrés en aval, celle du sillon supérieur de 8 degrés, et enfin la table du Diable est inclinée d'un degré vers l'amont (fig. 5). Évidemment ces pentes et ces contre-pentes ne sauraient être l'œuvre d'un courant régulier ou des eaux de la mer.

D'autres observations viennent confirmer celles-ci. Les érosions sont aussi profondes sur la face tournée vers la montagne que sur la face opposée. Or l'action d'un courant eût été plus énergique sur la face exposée à toute sa violence que sur celle où elle est déjà brisée par les obstacles. Souvent aussi la roche est creusée plus profondément en aval qu'en amont. C'est ce qui a lieu pour le deuxième pilier (fig. 2).

Les sillons et les cavités que présentent les rochers de Saint-Mihiel sont dus aux mêmes causes qui les ont séparés du plateau auquel ils étaient unis dans l'origine : c'est l'action destructive des agents atmosphériques, de l'air, du soleil, de la pluie, du gel et du dégel.

Les sillons correspondent à des couches de calcaire à Nérinées plus molles, plus désagrégables que les autres. Le fond des sillons est le siège d'une exfoliation incessante. Les cavités de la roche du Calvaire (fig. 1 *a*) et du troisième rocher (fig. 3) correspondent à des parties où le calcaire est plus jaune et plus friable. La face supérieure est sillonnée par ces canaux sinueux dus à l'action des pluies et qui sont désignés en Savoie sous le nom de *lapiaz*, dans la Suisse allemande sous celui de *Karren*.

Le mode de formation de la table du Diable (fig. 1 *f* et fig. 5) s'explique lui-même fort aisément; elle présente un piédestal arrondi surmonté d'une partie tabulaire horizontale convexe et de forme elliptique. Le piédestal est formé de couches superposées fort minces qui se désagrègent aisément. Toutefois cette désagrégation doit marcher très lentement, car la table et son piédestal sont couverts de lichens. La table n'est rien autre chose qu'une portion de couche qui a résisté plus énergiquement que le piédestal; elle est la continuation de celle qui forme la partie supérieure des cinq autres rochers et qui a résisté comme elle. Le piédestal est dans le prolongement de la ligne supérieure des sillons et n'est lui-même qu'un sillon très marqué. Sur le rocher *a* qui la précède on peut voir, pour ainsi dire, par quel mécanisme la table du Diable s'est formée. Un peu au-dessous de son sommet, ce rocher est creusé de cavités profondes qui, en se creusant, tendent à séparer la conche supérieure des couches sous-jacentes. Le temps achèvera son œuvre, et un jour ce sommet formera, comme son voisin, une table supportée par un piédestal, seul témoin des couches détruites par le temps.

J'ai mesuré avec soin les dimensions de la *table du Diable*; je les consigne ici. Dans un ou plusieurs siècles on pourra, en les reprenant, se former une idée précise de cette action destructive de l'atmosphère, dont nous connaissons la puissance, mais dont nous ne savons pas encore mesurer les effets.

Dimensions de la table du Diable, sur le dernier rocher de la falaise de Saint-Michel, en 1847.

	Mètres.
Hauteur totale du champignon.	2,12
Hauteur du piédestal.	4,43
Circonférence du piédestal au-dessous de la partie horizontale.	3,14
Plus grande longueur du chapeau dans la direction N.-S.	4,70

	Mètres.
Plus grande largeur perpendiculairement à la précédente.	2,74
Saillie du chapeau au N.-O.	1,95
Saillie du chapeau au S.-E.	1,72

Avant de quitter la falaise de Saint-Mihiel, je crois devoir prévenir quelques objections. La vallée de la Meuse, dira-t-on, est une vallée d'érosion; à l'époque où elle s'est creusée, le calcaire corallien a donc été entamé, désagrégé et entraîné. Je suis loin de le nier; j'affirme seulement que les couches baignées par les eaux à cette époque n'existent plus, et que les sillons actuels sont dus aux agents atmosphériques. Car souvent, comme nous l'avons vu, les rochers sont plus entamés en aval qu'en amont, du côté de la montagne que du côté de la rivière. Il y a plus : on reconnaît que ces sillons sont dus à la destruction de deux couches parallèles qui règnent tout le long de la falaise et se correspondent d'un pilier à l'autre. Or, les courants qui ont eu la puissance de creuser la vallée de la Meuse et d'entamer les roches coralliennes sur toute leur épaisseur auraient laissé des traces sur toute la hauteur de l'escarpement, et non pas seulement sur deux couches plus tendres que les autres. En effet, les torrents actuels attaquent et creusent les roches les plus dures, le granit, le gneiss, les serpentines, etc., dans toute leur hauteur. Ainsi donc, cette difficulté s'évanouit devant l'analyse des faits.

Une autre objection a été produite contre l'argument que je tire de l'absence de parallélisme des lignes d'ancien niveau : on a pensé que ces rochers, séparés du plateau dont ils faisaient partie, et isolés les uns des autres, avaient pu s'affaisser et s'incliner en sens divers. La nature du terrain sous-jacent, composé de marnes oxfordiennes, prêtait un degré de probabilité à cette supposition. Mais il ne faut pas oublier que non-seulement les lignes d'érosion ne sont pas parallèles entre elles d'un rocher à l'autre, mais elles ne sont pas parallèles *sur un même rocher*, exemple les rochers *b* et *d* (pl. B, fig. 2 et fig. 1 *d*). Or, ce non-parallélisme est inexplicable par l'hypothèse d'un affaissement postérieur à l'érosion. Ainsi cette supposition, assez gratuite d'ailleurs, ne saurait être mise en avant.

Érosions à Vaucluse et à Donzère.

Il me serait facile de multiplier les descriptions de roches calcaires présentant des érosions atmosphériques qui, vues de loin,

simulent à s'y méprendre les effets d'un grand courant diluvien, mais toutes ces descriptions se ressembleraient. Je me contenterai donc d'indiquer quelques autres localités où ces érosions sont fort remarquables.

A la fontaine de Vaucluse, les rochers situés sur la droite de la Sorgue, et en face du château de Pétrarque, présentent, à 200 mètres de hauteur, des cavités et des cavernes creusées dans le calcaire néocomien (pl. A, fig. 3).

Ces érosions sont de forme et de grandeur très variées et rappellent complètement les cavités du Salève. Au-dessous, la paroi, presque verticale, est percée de cavernes comme une ruche d'abeilles. En se creusant de plus en plus, et en se rejoignant dans l'intérieur de la montagne, ces cavernes finissent par isoler du massif général la portion de roche qui les sépare : de là ces colonnes, ces pyramides, ces piédestaux que l'on observe des deux côtés de la fontaine (pl. A, fig. 4).

Quand on s'élève à gauche de la source pour gagner le rocher qui la surplombe, on rencontre une de ces pyramides qui est percée d'un trou ovalaire dont le grand axe a 4 mètres de long. Ce trou est dû à un morcellement de la roche tout à fait analogue à celui que j'ai décrit pour le corallien du Salève. Un coup de marteau donné sur le rocher en fait ébouler un nombre considérable de fragments.

Dans la gorge étroite appelée *vallée de la Mort*, qui se trouve derrière la fontaine de Vaucluse, on observe sur tous les rochers environnants un grand nombre de couches érodées ; quand ces couches sont horizontales, la ligne des érosions l'est également ; quand elles sont inclinées, la ligne d'érosion présente la même inclinaison. Ainsi donc le géologue qui serait tenté un moment d'attribuer à un niveau plus élevé des eaux de la fontaine de Vaucluse les érosions et les cavernes qui l'entourent, et de les assimiler ainsi à la profonde caverne d'où ses eaux jaillissent, serait redressé dans son erreur par l'examen des rochers situés derrière la source de la Sorgue.

J'indiquerai encore, comme exemple d'érosions atmosphériques, les roches néocomiennes de Donzère, qui forment un pertuis traversé par le Rhône et le chemin de fer au-dessous de Viviers. Les cavités sont irrégulières et non disposées sur une même ligne.

Le calcaire à Caprotines qui encasse la Valserine entre Bellegarde et Musineus, non loin de la Perte du Rhône, présente aussi des couches remarquablement érodées, quelle que soit d'ailleurs

l'inclinaison de ces couches, ce qui exclut encore toute idée d'une action aqueuse.

Dans le Jura suisse et français on trouve partout des exemples semblables, mais ils sont plus remarquables sur les roches coralliennes et néocomiennes que sur l'oolithe, l'oxfordien ou le portlandien.

On a aussi considéré quelquefois comme des traces de courants diluviens des sillons plus ou moins profonds, plus ou moins sinueux, qui se trouvent sur des surfaces à peu près horizontales. J'ai discuté ailleurs (1) cette opinion déjà réfutée par Scheuchzer, Ébel, Studer, Escher père, Keller, Charpentier, Favre, etc. Je n'y reviendrai pas ici. Il me suffit de rappeler que ces sillons, désignés en Suisse sous le nom de *Lauren*, en Savoie sous celui de *lapiaz*, sont dus spécialement à l'action prolongée de la pluie, qui dissout et entraîne des particules des roches enlaidies ou arénacées. On peut en voir des exemples sur les plaques de grès de la forêt de Fontainebleau et à Vigny (Seine-et-Oise) sur le calcaire pisolithique.

Traces des courants diluviens dans les cavernes.

Après avoir montré que beaucoup d'érosions attribuées à tort à des courants diluviens ne sont dues qu'à l'action atmosphérique, je crois devoir donner les caractères qui, selon moi, peuvent faire reconnaître les érosions aqueuses. Il suffit d'examiner le bord des torrents actuels coulant entre des roches qui les encaissent et qu'ils viennent frapper sous diverses inclinaisons. Les eaux y creusent des sillons sinueux à fond lisse quand la roche est homogène, rugueux quand elle ne l'est pas, jamais striés comme les sillons burinés par les glaciers, ou bien des cavités ovalaires à forme conoïdale. Je crois que de pareilles traces persistent rarement sur des rochers exposés à l'action atmosphérique pendant la longue série de siècles qui nous sépare de l'époque diluvienne, mais on les trouve dans des localités abritées depuis cette époque contre l'influence de l'air, de la pluie, du gel et du dégel, je veux parler des cavernes. M. Alphonse Favre cite celle *del Griffone*, près de Palerme (2). J'ajouterai, parmi celles que j'ai eu l'occasion de visiter, les célèbres grottes de Lunel-Viel, près de Montpellier. Les parois et le plafond de ces grottes sont creusés de sillons

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. III, p. 141, 1846.

(2) *Considérations sur le mont Salève*, p. 93, la note.

sinueux à bords arrondis et de cavités conoïdales dues certainement à l'action des eaux qui les ont parcourues à l'époque diluvienne. Ce calcaire étant granuleux, les surfaces érodées le sont également; mais le calcaire moëlleux très tendre dans lequel ces grottes sont ouvertes se prêtait merveilleusement à l'érosion aqueuse, et le limon ossifère qui remplissait ces cavernes a préservé les sillons creusés par les eaux de l'action atmosphérique. Nous pouvons donc contempler dans ces cavernes les traces de courants diluviens qui ont été conservées à l'abri des injures de l'air.

Les conséquences des faits contenus dans cette note se résument de la manière suivante.

Conclusions.

1° On remarque sur les parois plus ou moins abruptes des montagnes calcaires des sillons, des cavités, des érosions qui, vus de loin, simulent l'action des eaux courantes sur les roches encaissantes.

2° Ces érosions se remarquent principalement sur les calcaires coralliens, néocomiens et portlandiens.

3° Lorsque les bancs calcaires sont horizontaux, ces sillons le sont également, et cette horizontalité ajoute à l'illusion; mais, quand les couches sont inclinées, l'inclinaison des sillons est la même que celle des couches.

4° Examinées de près, ces érosions sont dues à une altération locale de la roche, décomposée en menus fragments qui se détachent journellement.

5° Quand l'altération est limitée, il en résulte une cavité conoïdale; quand elle se prolonge tout le long de la couche, c'est un sillon.

6° Ces érosions produisent des enfoncements et des grottes, des voûtes, des arcs, des cavités qui traversent ce rocher de part en part. Les parties saines de la roche qui les séparent prennent la forme de colonnes, d'aiguilles, de piédestaux, de tables isolées du massif principal.

M. le secrétaire donne lecture de la lettre suivante de M. le professeur Ange Sismonda :

Géologie. — Observations sur la constitution géologique des Alpes maritimes et de quelques montagnes de la Toscane.
(Extrait d'une lettre de M. le professeur Ange Sismonda à M. Élie de Beaumont.)

Turin, le 30 novembre 1854.

Monsieur,

Je vous écris pour obtenir de votre obligeance quelques éclaircissements sur ce que j'ai observé cet été dans les Alpes maritimes, dans les *monti Pisani*, et dans ceux de *Sano* en Toscane.

Vous connaissez la nature et la structure des Alpes maritimes. On peut se figurer cette chaîne comme une association confuse du granite avec le diorite, entourée de roches cristallines stratifiées, telles que gneiss, micaschistes, etc., sur lesquelles se succèdent, de bas en haut, du calcaire cristallin, noirâtre, en gros bancs, des conglomérats quartzeux en alternance avec des anagénites, tantôt pétro-siliceuses et tantôt ophiteuses, lesquelles s'entremêlent à une espèce de gneiss talqueux contenant une infinité de petits globules de quartz vitreux; enfin, au-dessus de ces roches, il y a une puissante masse de calcaire cristallin, grisâtre et blanchâtre, divisée en couches d'une épaisseur médiocre. Ce n'est que dans quelques localités, comme au col de Tende, que la susdite série de roches est recouverte par du calcaire associé à des schistes de l'époque nummulitique. D'après vos observations, les conglomérats et autres roches détritiques, que quelques géologues anglais avaient placés dans le vieux grès rouge, ont été reportés dans la série oolithique et à l'horizon à peu près de l'oxford-clay.

D'après cette classification, que les faits sont venus confirmer de plus en plus, le calcaire cristallin en gros bancs, inférieur aux conglomérats susmentionnés, serait contemporain de celui qui, dans les Alpes centrales, passe par Vilette en Tarentaise, et que ses fossiles indiqueraient comme appartenant au lias supérieur, tandis que celui qui est supérieur aux mêmes conglomérats représenterait les derniers dépôts de l'époque jurassique; il ne serait pas impossible que les couches les plus superficielles, composées d'un calcaire blanc céroïde, fussent moins anciennes encore et qu'elles fussent des premiers temps de l'époque crétacée (néocomien). On doit donc conclure que dans les Alpes maritimes, en dehors du gneiss, etc., le terrain stratifié le plus ancien qui s'offre à l'observateur remonte à peine à l'époque liasique.

Ce que je viens de dire sur cette chaîne est, jusqu'à un certain point, justifié par ce qu'on rencontre dans les *monti Pisani*, en Toscane. Car à Ripafratta, au-dessous des roches nummulitiques et du calcaire avec silex pyromaque qu'on regarde comme néocœmien, il y a des roches que M. Savi a nommées sommairement *scisti varicolori*. Ce sont des schistes rougeâtres et verdâtres, en alternance avec du calcaire cristallin, des grès, et un conglomérat anagénitique sensiblement talquens. Cette association de roches ressemble parfaitement aux conglomérats et anagénites de Tende, de Saint-Paul dans la vallée de l'Ubaye, à ceux entre le col de la Seigne et le Chapin, etc. M. Savi regarde cette série de roches comme la représentation de terrain oolithique, et comme étant précisément la partie de ce terrain correspondante à l'oxford-clay. Une pareille classification est particulièrement autorisée par le gisement des roches mêmes; elles sont immédiatement supérieures à un calcaire cristallin dans lequel le même géologue, M. Savi, a trouvé des fossiles liasiques. Il y a en dessous de ce calcaire liasique un nouveau conglomérat quartzeux, mêlé de quartzite et d'autres roches anagénitiques un peu différentes de celles des couches supérieures. M. Savi nomme ces roches collectivement *verrucano*, parce que la montagne dite la *Verruca* en est essentiellement composée. Or, en réfléchissant au gisement de ces derniers conglomérats, ils doivent représenter les mêmes espèces de roches devenues si célèbres par vos travaux, qu'on remarque à Valorsine, à UGINE, etc.; enfin, ils doivent appartenir à la série de roches que dans les Alpes on a appelées *infra-liasiques*. Il y a donc une parfaite ressemblance entre la chaîne des *monti Pisani* et celle des Alpes de la Savoie, etc.

Mais si des *monti Pisani* on va du côté de Sienne, à Jano, on a sous les yeux des faits de toute autre nature. Ici, le *verrucano*, ou la série de conglomérats quartzeux et anagénitiques, sort immédiatement au-dessous du terrain tertiaire pliocène, et recouvre des grès psammitiques et des schistes argileux à peine altérés, dans lesquels existe une puissante couche d'anthracite. Dans les schistes environnant ce combustible, on découvre fréquemment des empreintes végétales identiques avec celles des couches anthracitenses de *Petit-cœur* en Tarentaise; mais, ce qui plus est, on y trouve en même temps des moules de bivalves, des Encrinurites, etc., que MM. Savi et Meneghini disent dans leurs Mémoires être de l'époque houillère. Si les déterminations de fossiles faites par ces géologues sont exactes, le terrain paléozoïque existe à Jano, en Toscane, comme dans l'île de Sardaigne. Mais en supposant le cas

contraire, que la mauvaise conservation des fossiles animaux ait induit en erreur ceux qui les ont étudiés, et qu'au lieu d'appartenir au terrain houiller ils soient de l'époque liasique, dans ce cas on aurait, à Jano, les mêmes terrains qu'en Savoie, avec cette différence cependant, qu'à Jano leur gisement serait *anormal*, c'est-à-dire qu'il y aurait un renversement dans les couches, puisque les psammites et les schistes argileux avec anthracite sont inférieurs aux roches détritico-feldspathiques et quartzeuses, que tout porte à regarder comme identiques avec le *verrucano*, c'est-à-dire comme les représentants des conglomérats de Valorsinc, d'Ugine, etc., et non pas comme celles des roches analogues qu'on trouve aussi dans les *monti Pisani*, dans les Alpes maritimes, à Saint-Paul, dans la vallée de l'Ubaye, au-dessous du col de la Seigne, près le Chapin, à la mine de Pesey, etc., etc.

Enfin, si l'on compare la chaîne des *monti Pisani* avec celle de Jano, dans celle-ci manqueraient le lias et les rochesoolithiques, et l'on a, au contraire, les roches anthraciteuses manquant dans les *monti Pisani*; or, ce manque serait-il un simple avortement de couches, ou bien encore, dans la supposition qu'il y a à Jano un renversement de couches, les roches anthraciteuses seraient-elles l'équivalent des couches détritiques et des anagénites supérieures correspondant à l'oxford-clay?

Voilà les questions que je viens vous soumettre, en vous priant d'être assez bon pour me faire connaître votre opinion.

Dans le cas où ce que je viens de vous communiquer sur le terrain de Jano vous paraîtrait insuffisant pour vous former une idée sur son âge, vous en trouverez une description assez détaillée dans les additions que M. Savi et Meneghini ont faites à la traduction du Mémoire de M. Marchison, *Geological structure of the Alps, Apennine and Carpathian*.

Je crois vous avoir écrit dans le temps que notre musée possédait un squelette complet de *Megatherium* adulte; à présent on vient d'en monter un de *Glyptodon* avec sa carapace. Je vous donne cette nouvelle avec l'espérance qu'elle vous engagera à venir passer encore une fois de ce côté-ci des Alpes...

Remarques de M. Élie de Beaumont au sujet de la communication précédente.

Quoique la lettre de M. Sismonda, qui est datée du 30 novembre dernier, m'ait paru, dès le moment où je l'ai reçue, de

nature à intéresser la Société géologique, j'ai eu devoir différer de la communiquer, dans l'espérance de pouvoir réunir les éléments d'une réponse complète à la question qui la termine. La seule chose que je puisse dire aujourd'hui, c'est que, d'après les observations de notre ami commun, M. Pentland, qui a lui-même visité *Jano*, on rencontre dans cette localité des *Productus*, des *Spirifer*, etc., c'est-à-dire des fossiles essentiellement *paléozoïques*. Si, comme je n'en puis douter, ce fait s'établit sans contestation, il contribuera à prouver que dans le midi, aussi bien que dans le nord de l'Europe, les couches voisines des dépôts de combustibles contiennent quelquefois des débris d'êtres marins, et que, malgré la présence des combustibles et des empreintes végétales *analogues entre elles* qui les accompagnent, ces fossiles d'origine marine conservent le caractère paléontologique de l'époque à laquelle ils appartiennent, *paléozoïque*, à *Jano* comme en Sardaigne, *jurassique à Petit-Cœur*, comme dans les autres couches jurassiques des Alpes de la Savoie, du Dauphiné, du Valais, etc.

M. Haime, secrétaire pour l'Étranger, lit la lettre suivante de M. Geinitz :

Dresde, le 1^{er} novembre 1854.

J'ai l'honneur d'adresser à la Société un exemplaire de ma *Darstellung der Flore des Hainichen-Ebersdorfer*, et de *Flöhaer Kohlenbassins*, qui vient d'être publié.

La Société verra que la Flore de Hainichen-Ebersdorf est plus ancienne que celle de Flöha et Gückelsberg, et qu'il faut la paralléliser avec le calcaire carbonifère, pendant que la Flore de Flöha est la vraie formation houillère.

D'ici à peu de temps, j'espère pouvoir remettre à la Société la continuation de mes travaux sur cette formation si étendue dans la Saxe, et qui correspond si exactement à celle de la France.

Je saisis cette occasion pour déclarer que les travaux classiques de M. Adolphe Brongniart m'ont été du plus grand secours, et que j'ai pu en vérifier toute l'exactitude.

M. Damour fait la communication suivante :

Notice sur la pérowskite trouvée dans la vallée de Zermatt, espèce minérale, par M. A. Damour.

M. Hugard, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle à Paris, a rapporté, vers la fin de l'automne dernier, des minéraux

recueillis dans diverses parties du Tyrol et de la Suisse, et particulièrement dans la vallée de Zermatt, au pied du Mont-Rose et du mont Cervin. Parmi ces minéraux on remarque une substance amorphe, demi-transparente, et douée d'un éclat qui la distingue des autres espèces déjà connues dans cette contrée des Alpes. M. Hugard m'ayant prié d'en faire l'examen, je reconnus après quelques essais, que cette matière minérale, essentiellement formée d'acide titanique et de chaux, devait être rapportée à l'espèce que M. H. Rose a décrite, il y a plusieurs années, sous le nom de *pérowskite*. On sait que cette espèce, encore assez rare dans les collections de Paris, n'avait été rencontrée, jusqu'à ce jour, que dans un seul gîte, celui d'Achnatowsh, près Slatoust, dans les monts Ourals. Les échantillons de pérowskite trouvés par M. Hugard près de Zermatt, au glacier de Findelen, sont en masse réuniforme émoussée sur les bords, probablement par l'action des eaux.

Leur couleur est le jaune paille, jaune de miel, jaune orangé tirant quelquefois sur le brun rougeâtre.

Ils sont demi-transparentes : quelques fragments de mince épaisseur étant détachés de la masse présentent même une transparence complète.

A l'aide d'une forte loupe, on aperçoit sur l'un de ces échantillons une druse tapissée de cristaux cubiques transparents et incolores.

La cassure du minéral est presque toujours raboteuse et inégale : elle présente cependant, par places, deux clivages rectangulaires sans grande netteté.

Sa poussière est blanche.

J'ai trouvé, pour sa densité, le nombre 4,37 et 4,39.

Il raie l'apatite, et est rayé par une pointe d'acier.

Le barreau aimanté est faiblement attiré lorsqu'on en approche un échantillon un peu volumineux de pérowskite. Cet effet est dû à la présence de petits cristaux de fer oxydulé ou de fer titané qui se trouvent accidentellement disséminés dans la masse du minéral, mais, lorsqu'on renouvelle l'expérience avec des fragments de pérowskite transparente et pure, le barreau aimanté cesse d'être attiré. J'ai observé le même effet sur des morceaux de pérowskite recueillis dans le gîte de l'Oural.

Exposé à la flamme du chalumeau, le minéral reste infusible, et ne change pas d'aspect.

Il se dissout complètement dans le sel de phosphore, et lui communique, au feu de réduction, la couleur bleu violacée particulière à l'oxyde de titane.

Il est attaqué, à chaud, par l'acide chlorhydrique, et s'y dissout partiellement.

L'acide azotique ne l'attaque pas.

L'acide sulfurique porté à la température d'environ $\frac{1}{2}$ 300 degrés le décompose entièrement, en dissolvant l'acide titanique, et en formant du sulfate de chaux.

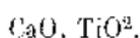
La moyenne des deux analyses a donné les nombres suivants :

		Oxygène.	Rapports.
Acide titanique. . .	0,5923	— 0,2362	— 2
Chaux.	0,3992	— 0,4435	} 0,4460 — 4
Oxyde ferreux. . . .	0,0114	— 0,0025	
Magnésie (traces). .	»		
	1,0029		

La pérowskite des monts Ourals analysée par MM. Jacobson et Brook, est composée de :

		Oxygène.	Rapports.
Acide titanique. . .	0,5900	— 0,2343	— 2
Chaux.	0,3676	— 0,4016	} 0,4429 — 4
Oxyde ferreux. . . .	0,0479	— 0,0109	
Magnésie.	0,0044	— 0,0004	
	1,0066		

On voit, par ces résultats, que les échantillons trouvés à Zermatt, et ceux qui proviennent des monts Ourals, se confondent en une seule et même espèce représentée par la formule :



La pérowskite de Zermatt est, comme celle des monts Ourals, engagée dans une gangue talqueuse schistoïde de couleur verte, traversée par des veines de calcaire cristallin. Elle est associée à du fer oxydé et à de petits filets d'asbeste flexible. L'un des échantillons rapportés par M. Hugard est recouvert d'une croûte noire, épaisse de quelques millimètres, que j'ai reconnue être essentiellement formée de fer titané, renfermant une proportion assez notable d'oxyde de manganèse et de magnésie. Je ferai connaître prochainement la composition plus exacte de cette nouvelle matière minérale.

La pérowskite vient ainsi s'ajouter à la liste des espèces particulières aux terrains serpentineux et talqueux des Alpes penniniques, espèces qui se retrouvent avec des caractères identiques dans la

partie des monts Ourals située dans le district d'Acimatowsk, près Blatoust, en Sibérie. Cette similitude d'aspect est telle, en effet, que lorsqu'on met en regard les échantillons recueillis dans chacune de ces localités si éloignées l'une de l'autre, on serait tenté de croire, du moins pour la plupart d'entre eux, qu'ils proviennent d'un seul et même gîte. Ce fait que je signale ici a été déjà remarqué par plusieurs minéralogistes, et M. Hugard se propose de le faire ressortir davantage dans un mémoire qu'il prépare sur les gîtes des minéraux des Alpes.

Voici les noms de ces espèces :

Grenat grossulaire.
 Grenat topazite.
 Idocrase.
 Diopside.
 Chlorite.
 Ripidolithe.
 Pennine.
 Serpentine.
 Sphène.
 Zircon.
 Corindon.
 Rutile.
 Fer oxydulé.
 Fer titané.
 Pérowskite.

En considérant cette réunion assez nombreuse des mêmes espèces qui se présentent sous un aspect identique, ne serait-on pas fondé à attribuer leur formation à une même cause, et ne pourrait-on pas supposer que les roches et les terrains qui les renferment ont une origine commune et contemporaine? C'est une question que je sou mets aux géologues.

M. Barrande demande à M. Damour s'il pense que le mode de formation des minéraux ait varié suivant les divers âges du globe, et si, par conséquent, ces substances inorganiques pourraient, comme les corps organiques, servir à reconnaître les grands ensembles de terrains.

M. Damour répond que dans sa conviction les connaissances minéralogiques et géologiques ne sont pas assez avancées pour qu'il soit permis d'assigner des âges spéciaux aux diverses espèces minérales.

M. Constant Prévost fait observer qu'il est difficile de concevoir comment des minéraux pourraient caractériser tel ou tel âge du monde. Leur nature dépend de celle des formations, et les mêmes formations ont dû se représenter pendant les différentes époques géologiques.

M. Nérée Boubée pense que, si les êtres organisés ont varié suivant les âges du monde, il n'y a nulle raison pour que les minéraux n'aient pas également varié. Il émet l'opinion qu'un grand nombre de substances sont spéciales aux terrains primordiaux, d'autres spéciales aux roches métamorphiques, d'autres aux roches sédimentaires normales. Ce fait résulte de ce que chaque groupe de formation est accompagné d'une série particulière de minéraux, et de ce que chaque âge voit se produire des formations spéciales. Ainsi, le diamant se trouve originairement dans les roches primordiales, telles que les itacolumites. En général la fluorine caractérise l'étage dévonien. La baryte est commune dans les filons des âges anciens. Au contraire, la strontiane, rare pendant la période primitive, est abondante dans la période secondaire. Selon M. Nérée Boubée, les variétés minéralogiques sont des tous aussi bien définis que les espèces zoologiques journellement créées par les paléontologistes. Il n'existe pas de raison pour que telle variété de carbonate de chaux ne puisse caractériser les étages tertiaires aussi parfaitement que telle ou telle espèce de coquille fossile.

M. le marquis de Roys fait observer que les rhomboédres inverses se trouvent également dans les grès de Fontainebleau et dans les poudingues de Nemours. Ce fait prouve que les mêmes minéraux appartiennent à des époques distinctes.

M. Élie de Beaumont fait observer que parmi les géologues, plusieurs pensent que les *causes actuelles* ont agi dès l'origine des choses comme elles agissent aujourd'hui. Ils supposent que les phénomènes physiques et chimiques sont restés identiquement les mêmes : aux yeux de ces naturalistes, il ne doit pas sembler probable que les minéraux aient varié selon les diverses époques.

Au contraire, ajoute M. Élie de Beaumont, d'autres géologues, au nombre desquels je me place, pensent que les *causes actuelles* n'ont pas agi dans les temps anciens avec la même

intensité qu'aujourd'hui. Ils croient que de nombreux changements sont survenus dans la constitution de notre globe; plusieurs d'entre eux admettent qu'il a *vieilli*, qu'il s'est *refroidi*, que son écorce solide a *augmenté d'épaisseur*, que l'appareil électro-chimique, formé par cette écorce refroidie, reposant sur une masse incandescente, est devenu moins énergique à mesure que l'épaisseur de l'écorce a augmenté; que les actions chimiques qui ont concouru à la formation des minéraux ont été beaucoup plus actives dans les premiers âges du monde qu'aux époques subséquentes. Ils expliquent ainsi le fait que les formations anciennes renferment une plus grande variété de minéraux et un *plus grand nombre de corps simples* (1) que les formations modernes. Ils pensent que tout dans la nature minérale annonce un *commencement*, et qu'on peut y observer une foule de circonstances que le célèbre géologue écossais Hutton n'avait pas remarquées, lorsqu'il déclarait, en termes devenus en quelque sorte la *devise* du système des causes actuelles, « que, dans l'économie du » monde, il ne pouvait trouver les traces d'un commencement » ni l'annonce d'une fin. »

In the economy of the world I can find no traces of a beginning, no prospect of an end (2).

M. Martins présente un moule de M. Bardin représentant un grès des Vosges, qui porte les marques de grandes érosions.

M. Constant Prévost rappelle que les bâtiments du Louvre avant les restaurations qui ont eu lieu récemment présentaient de nombreuses marques de la dégradation des eaux pluviales. Dans ces traces de dégradation il voit une preuve que non-seulement les grands courants, mais l'eau seule de la pluie suffit pour creuser les roches.

M. Élie de Beaumont fait observer que, dans les *Annales des mines* de 1826 et 1827, il a signalé les corniches et les cavités que les érosions forment dans le grès bigarré des Vosges.

(1) Voyez *Note sur les émanations volcaniques et métallifères*, par M. Élie de Beaumont (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e sér., t. IV, p. 4249).

(2) Lyell, *Principles of geology*, 6^e édit., t. I, p. 93.

Soc. géol., 2^e série, tome XII.

M. Albert Gaudry rend compte de la lettre suivante de M. Gaillardot.

Études géologiques et topographiques sur la Syrie, par M. le docteur Ch. Gaillardot, médecin de l'hôpital militaire de Saïda (Syrie).

LETTRE DEUXIÈME (1).

Description géologique de la montagne appelée Djebel Khaisoûn, au nord de Damas.

Deux séries principales de chaînons se détachent du Djebel-Chaikh, point culminant de tout le système libanien. L'un de ces chaînons, parallèle au Liban, se dirige vers le N., longe à l'E. la Bekâa, vallée Laitani, et vient à quelques lieues au-dessus de Balbeck s'éteindre dans les plaines de Homs : c'est l'Anti-Liban proprement dit. L'autre se divise lui-même en plusieurs branches qui vont en rayonnant vers l'E. se perdre dans le désert de Syrie, encaissant plusieurs vallées dont la principale est celle de Damas. Cette vallée, au N., est formée par une petite chaîne de collines qui se dirige vers l'E., et, au dire de plusieurs voyageurs, s'étend sans interruption jusqu'à Palmyre : son point le plus élevé est au niveau de Damas où elle est coupée par un profond ravin qui donne issue au Barrada. Le massif de montagnes, à l'E. de ce ravin, prend le nom de Djebel Khaisoûn et s'élève presque à pic au-dessus de la ville ; les couches qui le forment sont fortement relevées, plongent du N. au S. sous un angle d'environ 70° et appartiennent, je crois, aux calcaires supérieurs du Liban. Je ne chercherai point ici à établir à quelle formation on peut les rapporter ; ce n'est que lorsque j'aurai étudié en détail toutes les couches dont l'ensemble forme le système libanien, qu'il me sera

(1) La première et la deuxième lettre ont été publiées dans les *Annales de la Société d'émulation des Vosges*, t. V, 3^e cahier, et t. VI, 3^e cahier.

La nature de mon service et de mes occupations m'empêchant d'entreprendre un travail de longue haleine et de faire les voyages qu'il nécessiterait, j'ai choisi la forme de lettres pour pouvoir communiquer, les unes après les autres, les observations que j'ai faites en Syrie et la description des localités que je puis explorer. Plus tard, cette série de mémoires pourra être réunie ; elle formera alors un tout et sera une description géologique et topographique de la Syrie.

possible de n'occuper de la partie théorique qui ne doit venir que comme corollaire des faits : aujourd'hui, je me bornerai à décrire les diverses couches calcaires qui forment le Djebel-Khaisouïn et à établir leur ordre de superposition.

En sortant de Damas et se dirigeant au N., on marche pendant environ une demi-heure sur des poudingues et des brèches reposant sur un terrain d'alluvion moderne qui ressemble beaucoup au lœss des grandes vallées. Ce système d'alluvions s'étend en couches horizontales et forme le sol de toutes les grandes plaines, de toutes les grandes vallées de la Syrie. Il n'entre point dans mon plan de les décrire ici.

La figure 1 est un profil de la montagne pris d'une des fenêtres de l'hôpital militaire de Damas : on n'aperçoit que le dos des couches s'imbriquant les unes sur les autres, excepté dans la partie traversée par la ligne CD, où l'on voit les tranches.

La figure 2 est la coupe théorique, résumé de la figure 1. Les couches étant, comme je l'ai déjà dit, relevées jusqu'à pic, et les supérieures géologiquement étant à la partie inférieure de la montagne, il en résulte que les deux séries sont inverses dans les deux coupes.

Examen des couches. — Après avoir passé le bourg de Salhiéh, que l'on peut regarder comme un faubourg de Damas, on commence à monter et l'on trouve les couches suivantes :

1. Alternative de couches de marnes calcaires (1^a); blanches, fendillées, complètement divisées en très petits fragments et d'un calcaire n° 1 (1) blanc, très friable, ressemblant à de la craie impure et terreuse : cette série de couches est presque perpendiculaire; elle incline légèrement du S.-E. au N.-O., et l'on marche sur les tranches.

2. Calcaire fauve clair, terreux, friable, mêlé d'une faible quantité de matière siliceuse, qui le rend rude au toucher, traversé dans plusieurs directions le plus souvent parallèles aux couches par des infiltrations de fer oxydé brun, par de petites veines de carbonate de chaux lamellaire, compacte, blanc nacré, quelquefois par des fissures dont les parois sont tapissées de petits cristaux de la même substance. Dans quelques points (en *a*), le calcaire devient insensiblement plus compacte, prend une couleur rouge brique plus ou moins foncée et forme des couches assez épaisses intercalées dans les premières. De splaques (*b*) d'environ 2 cen-

(1) Ces numéros correspondent à des échantillons envoyés par l'auteur à la Société géologique.

Fig. 1. Coupe naturelle de la montagne appelée Djebel-Khoisoûn, au nord de Damas (prise d'une fenêtre de l'hôpital militaire de Damas), 2 juillet 1854.

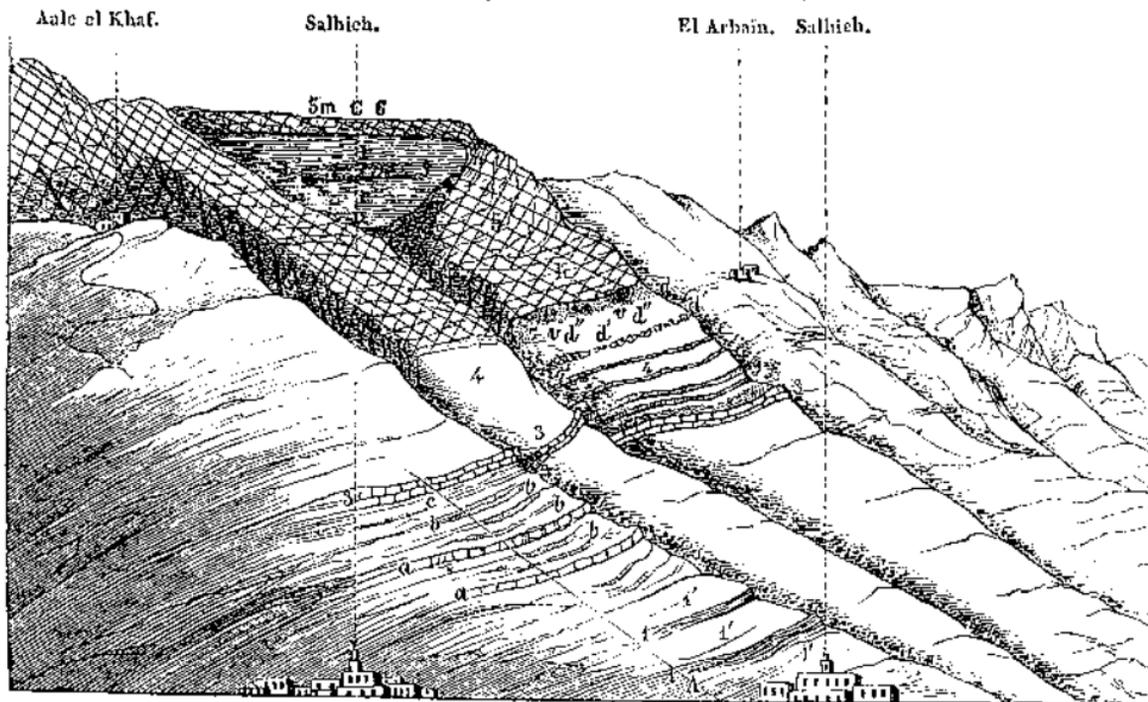


Fig. 2. Ordre de superposition des couches. Coupe théorique.



timètres d'épaisseur, disposées en lits non continus, parallèles à la direction des couches, sont disséminées dans les deux séries 1 et 2. Ces plaques sont formées d'une substance d'apparence et de couleur de corne, cassante, esquilleuse, se rayant facilement par le quartz, ne se dissolvant dans les acides qu'après avoir été calcinée très lentement et sans aucune effervescence. C'est peut-être du sulfate de strontiane? Le manque de réactifs m'a empêché de m'en assurer.

A mesure que l'on s'approche de la partie inférieure, le calcaire devient plus marneux; il repasse aux marnes blanches fendillées (n° 1).

3. On trouve au-dessous un banc de silex corné, brun verdâtre, ou blanc nacré, quelquefois même légèrement jaspé, très esquilleux, fendillé: quelquefois, surtout aux bandes, à son point de contact avec les couches calcaires, il présente un véritable conglomérat de fragments angulaires ou roulés de calcaire terreux et de quartz réunis par un ciment calcaire très friable. L'épaisseur du banc de silex est d'environ 6 à 10 décimètres.

A mesure que l'on s'élève, les couches sont moins relevées; elles s'éloignent plus de la perpendiculaire. Les premières couches de calcaire marneux formaient avec l'horizon un angle de 75 à 80° vers le N.-O. La couche de silex n° 3 ne fait plus qu'un angle d'environ 45° dans la même direction.

4. Immédiatement ensuite vient une série très irrégulière de couches de calcaire terreux, blanc, mêlé du n° 2. Au point de contact avec les silex n° 3, en *f*, ce calcaire ressemble à une craie impure; il est terreux, friable, doux au toucher, blanc, traversé de veines et de noyaux d'un rouge violet plus ou moins foncé, parsemé de grains d'oxyde brun de fer. Il repose sur des couches peu épaisses de calcaire marneux blanchâtre, coupées par des lits de 1 à 4 décimètres de silex blanc, gris, très fendillé (*g*). Au-dessous recommence le calcaire fauve n° 2, alternant avec des lits moins épais (*e*) de calcaire compacte, à grain très fin, à cassure esquilleuse, d'une teinte violette plus ou moins foncée, parsemé de petits cristaux et de veines de carbonate de chaux blanc.

Dans quelques points, il est perforé de cavités irrégulières remplies du même calcaire, qui est coloré d'une teinte plus foncée et présente une apparence spongieuse.

Nous retrouvons ensuite le calcaire terreux blanc, alternant encore avec le n° 2. Il forme des couches très irrégulières (*d*) dont quelques-unes, surtout à sa partie supérieure (en *d'*), sont un véritable conglomérat bréchiforme de fragments roulés et anguleux

de la même roche, réunis par un ciment de la même nature, tantôt blancs, tantôt d'un rouge plus ou moins vif, quelquefois jaune orangé. Dans les fissures de ce conglomérat se trouvent déposées des plaques de carbonate de chaux spathique. Dans quelques points, la roche prend la structure pisolithique, mais sur une trop petite échelle pour constituer autre chose qu'un accident.

Au point de contact avec les couches de calcaire sur lesquelles repose la série n° 4, on trouve d'espace en espace, et comme ramassés dans des cavités, des amas (°) de cailloux roulés et de fragments anguleux du calcaire n° 5.

5. Le système de couches de calcaire marneux que je viens de décrire repose sur une autre série uniquement formée de nombreuses couches de calcaire compacte, séparées par des lits de peu d'épaisseur de calcaire marneux blanchâtre : ces couches forment des escarpements tellement roides que j'ai été obligé, pour les étudier, de changer de direction et de passer sur la colline au N.-E. de celle par laquelle j'ai commencé.

Les huit ou dix couches supérieures, ayant chacune une épaisseur variant entre 3 à 6 mètres, sont formées d'un calcaire (5 K) compacte, dur, d'un grain extrêmement fin, à cassure esquilleuse et conchoïde, avec des dendrites ou des veines de carbonate de chaux lamelleuses dans les rares fissures qui le traversent : il est gris jaunâtre, quelquefois veiné de rose parallèlement à la direction des couches (K) et ressemble beaucoup au calcaire lithographique. La partie inférieure des couches présente fréquemment des accidents bréchiformes : c'est au centre que la roche a le plus de consistance et a le grain le plus fin. Dans quelques points, il y a des lits de 5 à 10 centimètres d'épaisseur de carbonate de chaux fibreux, formé de veines superposées, constituant un véritable albâtre calcaire (5'').

A mesure que l'on s'élève vers le sommet de la montagne, et que par conséquent on rencontre les couches inférieures, on remarque deux faits principaux : 1° le calcaire devient de plus en plus cristallin ; quelquefois il est saccharoïde, très compacte, très dur, d'un blanc pur, dans quelques points, comme en *l*, coloré d'une belle teinte rose, irrégulièrement mêlée avec le blanc, ce qui lui donne une très belle apparence et le fait employer pour ornement dans les maisons de Damas. Dans toute cette série de couches de calcaire cristallin, les veines de chaux carbonatée cristallisée sont beaucoup plus nombreuses et plus épaisses ; la forme spathique se dessine de plus en plus, et l'on trouve comme en *o* des masses de carbonate de chaux spathique, bien cristallisé, d'un beau blanc de

lait, d'apparence nacrée, rarement coloré en rose ou en vert clair.

Dans toute la série, mais surtout dans les couches inférieures (*p*), on trouve disséminés des rognons et des plaques de silex blond ou brun, d'apparence nacrée, empâté dans le calcaire avec lequel ses surfaces se mêlent par un passage insensible.

2° Le deuxième fait que l'on observe est le suivant : les couches inférieures, à mesure qu'elles se rapprochent de la montagne, s'abaissent vers le N.-O., leur angle d'inclinaison diminue, et elles finissent par être presque horizontales, au N., derrière et entre les deux montagnes de Kouhbé-el-Nasr et El-Arbaïn, au point où elles ont été violemment déchirées pour former une espèce de cirque en entonnoir (6), sur la paroi N. duquel paraissent les marnes verdâtres, inférieures à tout le système de couches calcaires que je viens de décrire.

La série n° 5 est terminée par une couche (*m*) d'environ 8 mètres d'épaisseur d'un calcaire dur, esquilleux, cristallin, presque saccharoïde, blanc à l'intérieur, gris à l'extérieur : dans quelques points (*m'*), il est compacte, à cassure conchoïde, à grain extrêmement fin, et prend une teinte grisâtre : on y remarque de rares accidents de structure pisolitique, et quelquefois il prend une apparence bréchiforme ; les fragments et la pâte formés par la même roche (*m'*) font corps l'un avec l'autre, et ne se distinguent que par une différence de teinte plus claire dans les premiers. Quelquefois le ciment de ces brèches est noirâtre, et toute la roche est percée de cavités irrégulières dont les parois sont revêtues, tantôt d'oxyde de fer brun, tantôt de petites veines de carbonate de chaux lamellaire (5*m''*).

A la partie inférieure de ces couches *m* et *m'*, le calcaire est moins pur, son grain est moins fin, la teinte grise est plus foncée : de nombreux lits de silex très irréguliers (5*q*) le traversent parallèlement à la direction de ses couches. Ce silex est très cassant, esquilleux, d'un blanc jaunâtre plus ou moins foncé intérieurement : extérieurement il est brun, lustré par l'action de l'air. Ces lits de silex sont mêlés avec le calcaire et font pâte avec lui. Les veines et les amas de chaux carbonatée cristallisée deviennent de plus en plus rares ; les silex diminuent ; le calcaire devient de plus en plus terreux et se confond par un passage insensible avec une série de couches de marnes calcaires (6*r*) jaunes verdâtres, n'ayant aucune apparence de stratification, tant leur surface est altérée par l'action de l'air et réduite en petits fragments.

Au-dessous de ces marnes, qui ont environ 10 mètres d'épaisseur, vient un banc de calcaire terreux (*s*) assez consistant, jaunâtre,

traversé par des fissures sur les bords desquelles l'oxyde brun de fer a produit une couleur rouge-brique foncée : cette couche peut avoir 2 mètres d'épaisseur, et repose sans passage sur un lit (*t*) de calcaire impur, gris foncé, plus compacte que le précédent, qui lui même passe insensiblement aux marnes jaunes verdâtres identiquement les mêmes que celles des couches *r*. Ces deux couches de calcaire intercalées dans les marnes ont chacune environ 2 mètres d'épaisseur. Les marnes plongent ensuite et disparaissent recouvertes par les couches du calcaire n° 5.

Le manque de temps et surtout le manque d'instruments m'ont empêché de déterminer exactement l'épaisseur de toutes les couches que j'ai décrites : j'ai mieux aimé ne rien dire de leur épaisseur, plutôt que de donner des chiffres approximatifs ou erronés : j'espère, dans un prochain voyage, pouvoir compléter et rectifier tout ce qu'il y a de defectueux dans ce que je viens de dire.

Le versant N. du Djebel-Khaisouïn n'est point escarpé comme le versant S. ; il s'étend, au contraire, sur un espace de deux ou trois lieues jusqu'aux montagnes de Souk-el-Barrada, en formant des collines et des plateaux peu élevés, séparés par des crevasses et des ravins creusés par les eaux. Dans le point le plus rapproché du sommet, le fond de ces ravins est formé par les marnes jaunes verdâtres surmontées de tables des calcaires 5 *m* et 5 *p*, comme l'indique la coupe n° 4. La direction de ces marnes et de ces calcaires est donc opposée à celle des couches du versant S., et leur inclinaison est beaucoup moins forte ; elles plongent sous des collines que je n'ai point encore visitées, mais qui, de loin, m'ont paru formées par des marnes rougeâtres surmontées de bancs de calcaire ou de poudingue. Peut-être ces collines appartiennent-elles au grand terrain d'alluvion, produit du lac qui probablement s'étendait autrefois entre Souk-el-Barrada et Djebel-Khaisouïn : j'étudierai cette question dans un autre travail.

Dans toutes les couches que je viens de décrire, je n'ai pas trouvé le moindre vestige de fossiles.

En résumé, la montagne appelée Djebel-Khaisouïn qui, au N., domine Damas, est formée de trois étages bien marqués. Le premier est une suite de couches de calcaire marneux et terreux, coupées de bancs de silex (n°s 1, 2, 3, 4) et recouvert à sa partie inférieure par le terrain d'alluvion.

Le second est formé par une série de couches de calcaire compacte et cristallin, séparées par des lits de marne et de calcaire terreux (n° 5).

Enfin, le troisième étage (n° 6) est formé par des marnes cal-

caires, jaunes verdâtres, beaucoup plus argileuses que celles qui constituent le n° 1.

J'ai déjà plusieurs fois, en étudiant la nature des couches, parlé de leur direction et de leur inclinaison. En général, celles du versant S. sont relevées du S.-E. au N.-O., faisant avec l'horizon un angle d'autant plus ouvert qu'elles se rapprochent plus du pied de la montagne.

Les couches du versant N. sont complètement opposées aux premières : elles se relèvent du N.-O. au S.-E., et c'est au point où se rencontreraient les têtes de couches qui forment les deux versants, que se trouve la crevasse en entonnoir, au fond et sur les parois de laquelle paraissent les marnes inférieures.

Les trois étages appartiennent à la même formation, car leur stratification est concordante, et ils passent l'un et l'autre par un mélange, une interposition des couches à leur point de contact. Entre les premières couches de calcaire compacte n° 5, on retrouve des marnes blanchâtres et des calcaires terreux n° 2. La partie supérieure des marnes, n° 6, est coupée de bancs de calcaire cristallin avec silex, tandis que les couches inférieures de ce calcaire sont séparées les unes des autres par des lits de marne jaune verdâtre, qui augmentent d'épaisseur à mesure que l'on descend. La dernière couche de calcaire, 6 t, se confond par un passage insensible avec ces marnes.

Je crois que toute cette série de roches appartient aux calcaires marneux qui forment la partie supérieure du système libanien et qui sont beaucoup plus développés sur le versant O. de la chaîne.

Les altérations dans la structure des roches, le désordre, le redressement, le contournement des couches sont dus à l'action des roches ignées qui, presque seules, forment le sol de la région à l'E. de Damas, et que l'on retrouve à fleur du sol dans beaucoup de points de l'Anti-Liban. A environ une lieue à l'O. de la montagne X, il y a un massif considérable de roches volcaniques en décomposition. La description de ce massif, que je n'ai point encore pu complètement étudier, formera le sujet d'un autre travail. Je me bornerai à dire qu'en général, dans le Liban, les roches ignées forment le fond des vallées les plus profondes, ou se montrent en petite quantité sur les versants des vallées, tandis que, dans toute la partie N. de l'Anti-Liban et la région au S. de Damas, elles forment des plateaux, des massifs de collines assez étendus, quelquefois même des pics plus élevés que les calcaires qui les entourent.

Séance du 19 mars 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

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

A la suite de la lecture du procès-verbal, M. Barrande fait observer que les notes de M. Rozet et de M. Scipion Gras laissent planer de grandes incertitudes sur la question des terrains anthracifères des Alpes; car il existe des différences très nombreuses entre les conclusions de ces deux savants géologues. Il rappelle quel intérêt paléontologique s'attache à la connaissance de la superposition des couches anthracifères dans les Alpes, et il exprime le désir que l'un des secrétaires entreprenne le résumé de toutes les notes qui ont été composées sur ce sujet dans les différents pays de l'Europe.

M. Rozet fait observer que, malgré l'intérêt qu'il attache au résumé dont parle M. Barrande, il n'a pas cru devoir s'en charger, car ayant émis une opinion personnelle sur l'âge des terrains anthracifères des Alpes, il eût pu être accusé de partialité dans l'appréciation des ouvrages où cette question est traitée.

M. Albert Gaudry répond que M. le Président de la Société géologique a prévenu le désir qui est manifesté, de voir résumer les travaux entrepris sur les terrains anthracifères des Alpes. Comme secrétaire, il a été chargé, par M. Élie de Beaumont, d'analyser ces travaux, et dans les prochaines séances, il présentera la série des résumés de tous les ouvrages publiés en langue française, anglaise et italienne, sur les terrains anthracifères, depuis 1782 jusqu'à cette année.

Le Président annonce une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, *Résumé des travaux statistiques de l'Administration des mines en 1847, 1848, 1849, 1850, 1851 et 1852*, in-4, 391 p., Paris, 1854, imprimerie impériale.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 10 et 11.

Société impériale et centrale d'agriculture. — *Bulletin des séances*, 2^e sér., t. X, nos 1 et 2.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. 1, 1853, 2^e partie, *Tableaux météorologiques*, t. 12-14.

L'Institut, 1855, nos 1105 et 1106.

The Athenæum, 1855, nos 1428 et 1429.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel annuaire pour la minéralogie, la géognosie, la géologie et la paléontologie), par MM. de Leonhard et Bronn, 1854, 7^e cahier.

Revista minera, 1855, n^o 115.

Nov. act. Academiæ Cæs.-Leopold.-Carol. Naturæ Curiosorum, t. XIV, 1^{re} partie.

Natuurkundige Verhandelingen, etc. (Mémoires de la Société hollandaise des sciences naturelles de Harlem), in-4, 2^e sér., t. III et IV.

Verhandelingen, etc. (Mémoires publiés par la Commission chargée de la publication de la carte géologique de la Hollande), in-4, II^e vol.

M. le Président annonce la mort de M. Maillard, membre de la Société géologique.

M. le secrétaire lit la lettre suivante de M. Bianconi.

Bologne, 26 février 1855.

Monsieur et très honorable confrère !

La Société géologique vient de perdre un de ses membres, M. le comte Camillo Salina. Cette mort a comblé de douleur la ville de Bologne.

Le comte Salina a toujours aimé passionnément la minéralogie. Sa riche collection, soigneusement classée, était fréquemment visitée par les savants qui passaient dans notre ville et étaient attirés dans son hôtel par sa réputation de bienveillance et d'urbanité. Plusieurs collections de géologie topographique, les roches et minéraux des environs de Rome, du royaume de Naples et de la Sicile, qu'il avait recueillis pendant ses voyages dans ces pays, des fossiles, une collection de coquilles vivantes remarquable par les objets du Mozambique (dont il a procuré tant de richesses à

l'Université), une bibliothèque de minéralogie et de géologie formaient son cabinet, qui, à présent, par une généreuse disposition de ses fils héritiers, va être déposé en entier dans les salles célèbres de l'Archigymnase de Bologne, afin d'y perpétuer les collections et la mémoire de l'homme illustre décédé. Surchargé de fonctions municipales et administratives dans notre ville, il avait peu de loisirs pour s'adonner à la science qu'il aimait, et dont les doux soulagements semblaient réservés à ses dernières années. Le comte Salina était membre de l'Académie des sciences de Bologne et de la Société zoologico-botanique de Vienne.

Il est mort dans sa patrie le 28 janvier passé, âgé de soixante-deux années, en homme instruit, vertueux, très bienfaisant.

Agréés, etc.

En présentant à la Société son ouvrage intitulé : *De la pluie en Europe, in-42, 150 pages, Paris, 1855*, M. Rozet donne lecture de la Préface, dont voici le résumé :

Les travaux géodésiques que l'auteur a exécutés sur les hautes montagnes, dans un intervalle de douze ans, l'ont mis à même d'étudier une grande partie des phénomènes qui donnent naissance aux orages, à la neige et à la pluie.

Au grand nombre de faits, qu'il est ainsi parvenu à rassembler, il en a joint d'autres, extraits des ouvrages de de Saussure, de Kaemtz, de Becquerel, de Peltier, etc.

Cet ensemble l'a naturellement conduit à l'explication des phénomènes qui concourent à la formation des orages et de la pluie, et de ceux qui résultent de la chute de l'eau sur la terre.

M. Rozet n'a pas voulu faire un traité de météorologie; toute son attention s'est concentrée sur le grand phénomène de la pluie, auquel se rattachent directement un grand nombre d'autres; en sorte que la question est beaucoup plus compliquée qu'elle ne le paraît d'abord :

« Je n'ai pas, dit-il en terminant, la prétention de l'avoir » complètement résolue; en ajoutant à ce que l'on savait déjà » les découvertes que j'ai faites, j'ai essayé de l'élucider autant » que le permet l'état actuel de nos connaissances. »

M. le secrétaire lit la lettre suivante de M. Charrel.

Vouziers (Ardennes), le 15 mars 1855.

Monsieur le secrétaire,

La formation des grottes et cavernes naturelles est attribuée, par quelques-uns, à l'action érosive des eaux, par plusieurs, à des affaissements de terrains, et, enfin, par le plus grand nombre, aux effets produits par les soulèvements.

Quoi qu'il en soit, et puisque l'on n'est point d'accord sur les causes qui les ont produites, je crois devoir vous signaler un fait sur lequel j'appelle toute votre attention, parce qu'il pourrait, jusqu'à un certain point, indiquer l'époque géologique de la formation de certaines grottes et cavernes qui existent dans les montagnes qui séparent la France d'avec la Belgique. Ce fait est la présence, dans l'intérieur d'une stalactite, de petits coquillages fossiles qui appartiennent à plusieurs espèces, entre lesquelles on distingue facilement la Planorbe terrestre, et le petit coquillage connu sous le nom de *Pupa*.

On doit donc nécessairement conclure de la présence de ces petits mollusques, dans le milieu, comme au sommet et jusqu'à la base même de la stalactite, que ces petits animaux existaient déjà au moment où les parois de la caverne que je signale plus particulièrement s'entr'ouvrirent pour laisser filtrer, goutte à goutte, l'eau chargée des matières incrustantes qui devaient les ensevelir.

Or, comme les grottes sont postérieures aux fossiles, et que ceux-ci sont des espèces assez modernes, il faut en tirer cette conséquence rigoureuse, que la formation des premières remonterait à peine au delà des temps historiques.

La stalactite en question a été recueillie dans une grotte entre Sedan et Bouillon, et je pourrais au surplus, si la communication vous paraissait utile, vous faire parvenir les fragments de cette stalactite.

M. Hébert présente à la Société plusieurs fossiles remarquables du bassin de Paris; ce sont :

1° Le tibia gauche de l'oiseau gigantesque (*Gastornis parisiensis*) recueilli à Meudon, à la partie supérieure du conglomérat qui forme la base de l'argile plastique, donné à M. Hébert, pour la collection de l'École Normale, par M. Planté, préparateur de physique au Conservatoire des arts et métiers. Ce tibia, présenté à l'Académie des sciences par M. Constant Prévost, a été

l'objet, de la part de MM. Lartet et Hébert, de notes insérées dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie* (12 mars 1855), et qui en donnent la description. Il est plus volumineux que celui de l'autruche et il résulte de l'examen fait par MM. Lartet et Hébert, qu'il a appartenu à un oiseau nageur tenant à la fois des échassiers et des palmipèdes, conclusion formellement approuvée par M. Valenciennes (même séance), et qui n'a été contestée par personne.

2^o Deux poissons du calcaire grossier inférieur de Nanterre. L'un, conservé en son entier, de 0^m,650 de longueur et de 0^m,105 de largeur, est un type nouveau, s'éloignant de tous ceux que renferme le grand ouvrage de MM. Cuvier et Valenciennes, aussi bien que des poissons fossiles décrits par M. Agassiz. Ce type est caractérisé par une dorsale continue, sans caudale, et par de longues vertèbres; il ne paraît pas avoir de nageoire ventrale. L'autre, représenté par trois individus dont le premier a la tête à peu près intacte, le deuxième une grande partie du corps depuis la tête, à laquelle manque la mâchoire supérieure, jusqu'à une petite distance de la queue; le troisième, la dernière partie du corps, la queue comprise. Ces différentes pièces permettent de se faire une idée complète du poisson. Il avait au moins 1 mètre de long sur 0^m,09 de large. Celui de la collection de l'École des Mines, figuré par M. Gervais, n'a que 0^m,45 de long. Il appartient à une espèce déjà signalée par M. Agassiz, sous le nom d'*Hemirynchus Deshayes* (1), mais établie sur un échantillon très imparfait et que M. Gervais (2) a rapporté au genre *Palæorynchum*, pensant que la différence de longueur des mâchoires qui avait servi de base à la distinction générique de M. Agassiz reposait sur une erreur produite par le mauvais état de l'échantillon observé. Il ne saurait maintenant y avoir aucun doute sur ce point. L'échantillon de la collection de l'École Normale montre très nettement que la mâchoire supérieure a une longueur beaucoup plus considérable que l'inférieure; peut-

(1) Agassiz, *Ossements fossiles*, vol. IV, p. 88; et *Atlas*, vol. V, pl. 30 (sous le nom d'*Histiophorus Deshayes*).

(2) Gervais, *Paléontologie française, poissons fossiles*, p. 7 et pl. 71, fig. 2 et 3.

être l'espèce figurée par M. Gervais est-elle différente? Dans tous les cas, il y aurait aujourd'hui possibilité de faire du genre *Hemirhynchus* une étude bien plus complète.

Ces poissons se trouvent avec d'autres genres différents (*Labrax*, *Acanthurus*, *Zanclus*) dans des assises essentiellement marines, au-dessus des bancs coquilliers du calcaire grossier inférieur, dans la partie qu'on désigne sous le nom de *calcaire à Miliolites* ou *calcaire grossier moyen*; mais ces bancs ne constituent qu'une même formation marine avec les bancs coquilliers inférieurs auxquels ils présentent de nombreux passages. Le calcaire grossier supérieur, le *calcaire à Cérètes* de Brougnart, constitue une formation d'eau saumâtre très distincte, et qui se trouve même coupée par de petits lits renfermant des Paludines, des Lymnées, des Planorbis et aussi des poissons d'eau douce; les poissons du calcaire grossier inférieur n'ont point été jusqu'ici retrouvés dans le calcaire grossier supérieur.

Les échantillons présentés par M. Hébert ont été donnés à la collection de l'École Normale par MM. Eggana et Videgrain.

3^o De fragments de mâchoires inférieures et supérieures, d'humérus, de tibia, etc., d'un Lophiodon gigantesque que M. Hébert a rapporté de Sézanne où ils avaient été trouvés dans un calcaire d'eau douce bréchiforme, faisant partie du dépôt que l'on connaît sous le nom de *calcaire de Brie*, et dont les meulrières de La Ferté-sous-Jouarre sont une dépendance. Ce Lophiodon paraît être l'espèce déjà signalée à Provins par M. Nodot, dans un gisement analogue (1). Il a été à tort réuni au *Lophiodon commune* de Nanterre, par M. de Blainville. Il paraît se rapprocher beaucoup d'une autre grande espèce du midi de la France, le *Lophiodon lautricense*.

La présence de vrais Lophiodons dans le calcaire de Brie, c'est-à-dire au-dessus des gypses à *Palæotherium* est un fait fort intéressant, et qui tendrait à prouver que non-seulement ce genre n'avait point disparu lors de l'apparition des *Palæotherium*, mais qu'il leur a survécu. Toutefois M. Hébert ne

(1) *Ann. des sc. natur.*, 4^{re} sér., t. XVIII, p. 430, pl. IX, fig. 1, 2, 3, 4.

garantit pas l'assimilation des calcaires à *Lophiodon* de Sézanne au calcaire de Brie.

M. Paul Gervais ajoute qu'il a eu lui-même l'occasion d'étudier deux exemplaires de poissons de petite espèce, que l'on trouve à Château-Thierry, dans la couche due aux eaux douces. Il y a reconnu des Percoides du genre *Smerdis*. Les principaux gisements des poissons de ce genre que l'on avait signalés en France sont ceux d'Aix, de plusieurs localités du département de Vaucluse, du Puy-en-Velay et de Montmartre.

Quant à la nouvelle pièce, appartenant à l'*Hemirhynchus Deshayes*, Ag., qui a été présentée par M. Hébert, M. Paul Gervais n'est pas certain qu'elle soit complète, et, dans son opinion, elle ne suffit pas encore pour démontrer qu'il s'est trompé en disant, dans sa *Paléontologie française*, que l'Hémirhynque est plus voisin des *Paleorhynchus* qu'on ne l'avait cru, et qu'il avait les deux mâchoires égales ou à peu près égales entre elles.

M. Paul Gervais fait une autre observation au sujet de l'intéressante communication de M. Hébert, qui est relative aux *Lophiodons*. Sans discuter si l'on trouvera ou si l'on ne trouvera pas les restes des animaux de ce genre dans des dépôts moins anciens que l'éocène proprement dit, il constate que jusqu'à ce jour il n'en a été trouvé nulle part, du moins d'une manière authentique, qui soient dans ce cas; c'est ce qu'il a cherché à prouver dans son ouvrage. Il fait remarquer en outre que, de l'aveu même de M. Hébert, les belles pièces que s'est nouvellement procurées ce géologue, et dont il vient d'entretenir la Société, ne sont peut-être pas d'une époque postérieure à celle des *Lophiodons* déjà connus. D'ailleurs M. Paul Gervais se borne à reconnaître que ces pièces proviennent bien d'un *Lophiodon*, et l'étude qu'il en a faite, sur la demande de M. Hébert, lui a permis de s'assurer que l'espèce dont elles proviennent était intermédiaire, par ses dimensions, au grand *Lophiodon lautricense* de M. Noulet, et au *Lophiodon issetense* de G. Cuvier.

M. le Président donne lecture de la lettre suivante de M. Agassiz sur le développement des êtres :

Extrait d'une lettre de M. L. Agassiz à M. Élie de Beaumont.

Cambridge (États-Unis), le 16 février 1855.

Après une longue maladie contractée dans les rivières du Sud où j'étais allé faire des études embryologiques dont j'ai failli être victime, je reprends peu à peu mon énergie et mon activité. J'ai passé deux ans dans un état bien misérable, pouvant à peine suffire à mes devoirs les plus pressants. Sans ces fâcheuses circonstances, je n'aurais pas attendu jusqu'à ce jour pour vous remercier de l'envoi de votre incomparable ouvrage sur les systèmes de montagnes, que j'avais emporté avec moi dans la Caroline pour le lire et l'étudier à loisir dans les moments trop nombreux d'inaction auxquels les travaux embryologiques nous condamnent continuellement. Je ne puis m'empêcher de vous exprimer mon admiration pour les recherches approfondies auxquelles vous avez dû vous livrer pour arriver à des résultats aussi généraux et aussi étendus, quoique je me sente bien incapable d'en apprécier toute la valeur. Leur portée ne m'a cependant pas échappé, et je suis heureux de pouvoir vous dire que mes études comparatives sur les faunes anciennes m'ont convaincu par des voies bien différentes que le nombre des révolutions qu'a subies notre globe sont, comme vous l'avez si bien démontré, beaucoup plus nombreuses que nous ne l'avons cru jusqu'à ce jour, et que le nombre et la diversité des êtres organisés qui ont vécu à la surface du globe ont été de tout temps beaucoup plus grands qu'on ne l'admet encore aujourd'hui. Sur ce dernier point, j'ai publié dans le numéro de mai dernier du journal de Silliman un petit article sur lequel je prends la liberté d'appeler votre attention. Je profiterai de la première occasion pour vous en adresser un exemplaire.

Je voudrais pouvoir vous donner, dans le court espace d'une lettre, une idée des résultats auxquels je suis arrivé par la comparaison des transformations embryologiques des principaux types de toutes les classes du règne animal avec les représentants des mêmes familles dans les époques antérieures. C'est un fait que je puis maintenant proclamer dans la plus grande généralité, que les embryons et les jeunes de tous les animaux vivants, à quelque classe qu'ils appartiennent, sont la vivante image en miniature des représentants fossiles des mêmes familles, ou, en d'autres termes, que les fossiles des époques antérieures sont les prototypes des différents modes de développement des êtres vivants dans leurs phases embryologiques. Il y a même plus, les séries que l'on

obtient par cette double méthode nous donnent la mesure la plus directe du degré d'affinité des types vivants entre eux, et conduisent ainsi à la classification la plus naturelle du règne animal. Je prépare dans ce moment un ouvrage assez étendu sur ce sujet qui, j'ose le croire, présentera la zoologie et la paléontologie dans un jour tout nouveau, que mes recherches sur les poissons fossiles et les échinodermes ne m'avaient fait qu'entrevoir pour ces deux classes en particulier. Je ne vous rappellerai pas à ce sujet les faits déjà si bien connus des rapports des Crinoïdes fossiles et des Trilobites avec les échinodermes et les crustacés des époques plus récentes ni les résultats plus généraux de mes recherches sur les poissons fossiles. J'ai poursuivi ces données jusque dans la comparaison des genres et des espèces. Par exemple, les différences qui séparent le genre mastodon du genre éléphant sont à celui-ci comme les caractères du jeune éléphant sont à l'adulte. Les espèces fossiles de rhinocéros diffèrent des espèces vivantes par des traits identiques avec ceux qui distinguent les jeunes des adultes chez les espèces vivantes, etc., etc. Il y a là tout un monde nouveau d'études. Il est assez singulier que j'arrive à des données aussi précises justement au moment où je vois assaillir de toutes parts, et surtout en Angleterre, les applications beaucoup plus limitées que j'avais faites antérieurement de l'embryologie à la zoologie et à la paléontologie. Rien ne pourrait cependant démontrer plus directement que les principes que je soutiens sont vrais que leur application si immédiate même à la paléontologie descriptive.

Séance du 2 avril 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, 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 SAINT-PRIEST (le comte Charles), rue du Mont-Thabor, 6, à Paris, présenté par MM. J. Barrande et le marquis de Roys.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le professeur Geinitz :

1^o *Darstellung*, etc. (Description de la Flore des bassins houillers de Hainich-Ebersdorf et de Flöha), in-4, 80 pages, avec un atlas de 14 pl. in-f^o, Leipzig, 1854, chez S. Hirzel.

2^o *Die Versteinerungen*, etc. (Pétrifications de la formation houillère en Saxe), in-4, 61 p., avec un atlas de 36 planches, Leipzig, 1855, chez W. Engelmann.

De la part de M. Jules Marcou, *Sur le gisement de l'or en Californie* (tiré de la *Bibliothèque universelle de Genève*, février 1855), in-8, 12 p.

De la part de M. Rozet, *De la pluie en Europe*, in-12, 153 p., Paris, 1855, chez Mallet-Bachelier.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 12 et 13.

Bulletin de la Société de géographie, 4^e série, t. IX, nos 49 et 50, janvier et février 1855.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. 1^{er}, 1853, 2^e part., *Tableaux météorologiques*, f. 34-37.

L'Institut, 1855, nos 1107 et 1108.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n^o 78, février 1855.

Annuaire de l'Institut des provinces et des Congrès scientifiques, 1855, 1 vol. in-18, 592 p., Paris, chez Derache et Dentu; Caen, chez A. Hardel.

The Athenæum, 1855, nos 1430 et 1431.

Philosophical Transactions of the royal Society of London, 1854, vol. CXLIV, part. 1 et 2.

Proceedings of the royal Society, vol. VI, nos 100 et 101; vol. VII, nos 7 et 8.

The royal Society, 30 novembre 1854.

Transactions of the royal Society of Edinburgh, vol. XXI, part. 1, for the session 1853-1854.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh, session 1853-1854.

Neues Jahrbuch (Nouvel annuaire pour la minéralogie, la

géognosie, etc.), par MM. de Leonhard et Bronn, 1855, 1^{er} cahier.

Zeitschrift, etc. (Bulletin de la Société géologique allemande), VI^e vol., 3^e cahier, mai, juin et juillet 1854.

Verhandlungen, etc. (Mémoires de la Société des sciences naturelles de la Prusse Rhénane et de la Westphalie), XI^e année, 4^e cahier.

Revista minera, 1855, n^o 116.

The Canadian journal; Toronto, Upper Canada, avril à novembre 1854.

M. le marquis de Roys, trésorier, présente l'état de la caisse au 31 mars dernier :

Il y avait en caisse au 31 décembre 1854.	3,504 fr. 70 c.
La recette depuis le 1 ^{er} janvier 1855 jusqu'au 31 mars s'élève à.	7,433 »
Total.	10,937 70
La dépense, depuis le 1 ^{er} janvier 1855 jus- qu'au 31 mars s'élève à.	8,064 35
Il restait en caisse au 31 mars 1855.	2,873 fr. 35 c.

Le Secrétaire lit une lettre de M. Michelin adressée à M. le Président de la Société géologique. Dans cette lettre, M. Michelin fait la demande que des membres du Bureau soient désignés pour assister à la session extraordinaire de cette année. Cette demande est renvoyée au Conseil.

M. Barrande présente le compte-rendu suivant des études entreprises par M. Kjerulf sur le bassin silurien de Christiania.

M. Christian Boeck, professeur à l'Université de Christiania, a eu l'aimable attention de m'envoyer récemment un *Mémoire* très intéressant sur le bassin silurien qui occupe les environs de la capitale de la Norvège. Ce travail est dû à un jeune savant, M. Théodore Kjerulf, chargé par le collège académique de Christiania de faire des recherches chimico-géologiques dans ce terrain, comme une sorte de complément aux recherches géognostiques du professeur Keilhau. M. Kjerulf s'est acquitté de cette tâche diffi-

rile avec beaucoup de talent et de zèle, et je suis persuadé que la Société géologique, après m'avoir permis de lui exposer les principaux résultats obtenus par ce savant, s'associera volontiers aux sentiments de haute considération scientifique que la lecture de son Mémoire m'a inspirés envers lui.

M. Th. Kjerulf, d'après la nature de la mission qui lui avait été confiée, s'est principalement appliqué aux études des roches, sous le point de vue de leur composition chimique, mais il a su observer en même temps sur le terrain des faits très importants pour la stratigraphie et la paléontologie.

Nous trouvons d'abord, dans le Mémoire qui nous occupe, l'analyse d'environ cinquante espèces ou variétés de roches, soit d'origine ignée, soit d'origine sédimentaire. Ne cultivant pas moi-même cette branche spéciale de la science, je laisserai le soin d'apprécier plus en détail la méthode et les fruits de ces recherches à ceux de nos savants collègues qui en font de semblables, et particulièrement à MM. Delesse, Daubrée et Ch. Sainte-Claire Deville, dont les travaux sont plusieurs fois cités par M. Kjerulf, pour montrer la remarquable harmonie des résultats obtenus. Ce que chacun de nous peut aisément concevoir et doit considérer comme un des plus heureux fruits de l'intervention de la chimie, c'est que l'analyse, au lieu de compliquer les questions en signalant des différences de composition entre des roches d'apparence homogène aux yeux du géographe, simplifie, au contraire, ou résout bien des difficultés, en nous montrant que des roches d'un aspect très différent et classées sous des noms distincts par les nomenclateurs, sont composées des mêmes éléments chimiques, et peuvent, par conséquent, être conçues comme dérivées d'une même source. Ce beau résultat est d'autant plus satisfaisant, qu'il n'est pas restreint à l'identification chimique des roches anciennes par groupes. Un tableau que M. Kjerulf donne (p. 57) nous fait voir l'identité de composition de certaines roches, plus ou moins anciennes, avec des roches relativement très modernes, savoir :

1. *Feldspath porphyr* de Jarlsberg. = Obsidienne de Piedras blancas, Ténériffe (Deville).
2. Syénite rouge de Vettakollen. . = Lave du Monte-Nuovo (Abich).
3. *Augit porphyr* de Haga. . . . = Lave de Thjorså près de l'Hécla (Bunsen).
4. { Syénite grise de Ullernaas. . . } = Lave près Hals sur l'Hécla
 { *Felsit porphyr* de Makrelbach. } (Genth).
5. *Quarz porphyr* de Ny-Holmen. = Lave du Hraflatinnuhryggr près de l'Hécla (Bunsen).

Je me borne à ces brèves indications, qui me semblent suffisamment démontrer combien les travaux chimiques de M. Kjerulf méritent l'attention de nos savants analystes et de tous les géologues en général.

Sous le point de vue stratigraphique, la Société connaît déjà les travaux généraux du professeur Keilhan, exposés dans sa *Gea Norvegica* et embrassant tout le pays. Elle connaît encore mieux les observations de sir Roderick Murchison sur les environs de Christiania en 1844 ; car cet éminent géologue les a publiées en 1845, dans le grand ouvrage sur la Russie et l'Oural (vol. I^{er}, p. 44 et suiv.). Le texte de ce passage et le profil qui l'accompagne indiquent, d'une manière positive, dans ce bassin, l'existence des deux divisions siluriennes offrant une série complexe d'ondulations, mais distinctement reconnaissables par leurs faunes caractéristiques et leur limite commune dans les couches à *Pentamerus oblongus*, comme en Angleterre. Au-dessus de la division silurienne supérieure, sir Roderick Murchison signalait encore des dépôts de grès et conglomérats, comme représentant le vieux grès rouge des îles Britanniques, c'est-à-dire le système dévonien.

Les principaux traits du bassin de Christiania avaient donc été déchiffrés et mis en parallèle avec ceux des autres régions soit de la Suède, soit de la Russie, par le grand classificateur des terrains paléozoïques. Mais on conçoit que cette revue rapide, quoique sûre, d'un œil si exercé et si prompt, ne faisait que mieux sentir la nécessité d'études stratigraphiques détaillées dans ce bassin. C'est ce qu'a bien reconnu M. Kjerulf, et il s'est consciencieusement appliqué à ce travail.

Ce jeune savant, après de nombreuses observations consignées sur une carte très détaillée, dont son Mémoire contient une réduction, et sur de nombreux profils qui sont sous nos yeux, constate d'abord que les couches sédimentaires du bassin, au lieu d'offrir une inclinaison uniforme vers le N.-O., comme on l'avait d'abord supposé, sont au contraire inclinées tantôt dans cette direction, tantôt dans la direction opposée. Ce fait l'induit à concevoir que l'apparence si compliquée des couches originairement horizontales doit résulter des plissements qu'elles ont subis par l'effet de violentes pressions latérales, et puis des érosions produites par les divers agents de dénudation. Suivant les expressions de M. Kjerulf (page 48), il retrouve partout les mêmes plis régulièrement répétés et exposés dans des profils naturels si satisfaisants, qu'ils ne pourraient être plus clairement dessinés, si on les avait théoriquement conçus. Cette régularité a permis au géologue de recon-

naître et de formuler la série des dépôts sédimentaires qui composent le bassin étudié. En partant du gneiss et autres roches cristallines formant comme le moule de ce bassin paléozoïque, cette série offre les roches suivantes dans l'ordre ascendant :

- a. — Schiste noir (*Alaunschiefer*) riche en carbone et sulfure de fer.
- b. — Schistes gris, argileux et marneux, plus ou moins chargés de calcaire, dans toutes les proportions possibles, et passant quelquefois au calcaire pur.
- c. — Calcaire plus ou moins pur, coloré par le carbone ou le bitume.
- d. — Tuff rouge.
- e. — Grès quartzeux et conglomérat.

M. Kjerulf indique en passant les transformations que certaines de ces roches ont subies, d'une manière plus ou moins marquée, au contact du granite et de diverses autres masses d'origine platonique, et il constate, par l'analyse, que ces changements ne sont pas dus à une pénétration de silice.

De ces études stratigraphiques résulte un fait important que M. Kjerulf avait en vue d'établir, savoir : que le bassin de Christiania présente, dans une position inclinée et très variée, au moins les trois groupes supérieurs des couches horizontales du mont Kinnekulle en Suède. Le seul groupe qui manque dans la contrée norvégienne, c'est le grès à fucoides qui est à la base du Kinnekulle, et qui repose immédiatement sur le gneiss.

Cette comparaison, si satisfaisante pour tous ceux d'entre nous qui portent un intérêt spécial à la stratigraphie, offre une nouvelle confirmation des vues que j'ai eu l'honneur d'exposer à la Société, relativement à l'indépendance et à la dissemblance des étages locaux, lorsque l'on compare des bassins distincts d'une même période géologique. Ici, où il s'agit d'unités géographiques très peu éloignées, on doit être encore plus frappé de l'absence totale, aux environs de Christiania, du premier des dépôts siluriens de la Suède.

Sous le point de vue paléontologique, M. Kjerulf reconnaît que les recherches de fossiles, dans son bassin, n'ont pas encore produit des collections assez riches pour donner lieu à un travail spécial. Cependant, les matériaux déjà connus sont assez abondants et assez bien caractérisés par leur nature, pour que M. Kjerulf n'hésite pas à indiquer, dans son bassin, l'existence de trois prin-

cipales faunes, qui se succèdent dans l'ordre suivant, à partir du bas :

1. — Dans les schistes noirs alunifères (*a*), la faune se compose presque uniquement de Trilobites de l'apparence la plus ancienne, tels que : *Olenus gibbosus*, *alatus*, *scarabeoides*; *Agnostus* (*Batt.*) *pisiformis*. M. Kjerulf n'indique aucune autre classe de fossiles dans cet horizon.
2. — Dans les schistes noirs ou gris (*b*) et dans les calcaires, soit argileux, soit purs, apparaissent les *Asaphus*, *Ilteenus*, etc., représentant de nouvelles formes de Trilobites. En même temps on trouve certains Graptolites et divers céphalopodes, dont les plus connus sont les Orthocères à large siphon latéral (*O. duplex*, etc.). Parmi les brachiopodes, *Atrypa lens* et diverses *Orthis* font aussi partie de ce second groupe de fossiles.
3. — Dans les bancs calcaires (*c*) remplis de *Pentamerus oblongus* et *lævis*, s'annonce une faune nouvelle, dans laquelle figurent divers Trilobites caractéristiques, tels que *Eucrinurus* (*Calym.*) *punctatus*, *elegans*, etc.; de nombreux brachiopodes, tels que *Leptaena depressa*, *rugosa*, *englypha*; des Polypiers très connus, tels que *Catenipora escharoides*, *labyrinthica*, *Calamopora*, etc.

Ces trois groupes de fossiles pourraient, suivant M. Kjerulf, donner lieu plus tard à des subdivisions; mais il les considère comme trois ensembles suffisamment déterminés.

Or, ces trois groupes représentent, de la manière la plus satisfaisante et la plus exacte, soit par la nature des êtres qui les composent, soit par leur ordre de superposition ou d'apparition, les trois faunes principales siluriennes, d'abord signalées en Bohême, sous les noms de *Faune primordiale*, *Faune seconde*, *Faune troisième*, et qui ont ensuite été reconnues dans diverses contrées paléozoïques des deux continents, ainsi que j'ai eu l'honneur de l'exposer à la Société.

Les recherches de M. Kjerulf n'ont pas encore réussi à découvrir une faune dans les dépôts *d-e* qui recouvrent la division silurienne supérieure. Cependant, il semble porté à considérer ces dépôts comme représentant le système dévonien, ainsi que Murchison l'avait d'abord indiqué.

La puissance de ces masses sans fossiles n'est pas moindre que celle des deux divisions siluriennes prises ensemble. M. Kjerulf estime de 900 à 950 pieds l'épaisseur de chacun des deux systèmes superposés.

Les intéressants résultats des études entreprises dans le bassin de

Christiania par M. Kjerulf viennent confirmer et considérablement étendre les notions que nous devons à MM. Keilbau, Bock, Sars, Forchhammer et Sir Roderick Murchison, sur la même contrée. Nous voyons, avec la plus vive satisfaction, que de semblables recherches, faites par des hommes d'un esprit droit et éclairé, contribuent à établir de plus en plus la concordance des grandes périodes, dans l'histoire de notre globe, ainsi que l'ordre uniforme de succession des êtres, dont les dépouilles ont été jusqu'ici les plus sûrs indices de la chronologie géologique. Encore un peu de temps, et nous osons espérer que l'on pourra se dire un *vrai géologue*, sans se croire obligé de protester, ainsi que l'a fait récemment un de nos maîtres les plus respectés, contre les solutions que la paléontologie peut présenter pour certaines questions de la plus haute portée philosophique.

M. Delanoüe présente la note suivante :

Moyen simple de constater la présence du fer, de la magnésie et du manganèse, dans les dolomies, les marnes et les calcaires, par M. J. Delanoüe.

J'ai été si souvent trompé par l'aspect pseudo-dolomitique de certains calcaires, j'ai été si souvent surpris de trouver de la magnésie et du manganèse là où rien n'en faisait soupçonner la présence, que je crois faire plaisir aux géologues, aux industriels et aux agronomes, en leur offrant un moyen expéditif et, pour ainsi dire, rustique, d'essayer, à ce point de vue, les chaux, les castines, les amendements et toutes les roches calcaires. Voici à quoi se réduit l'opération :

Pulvériser la roche, dissoudre en un gramme dans le moins possible d'eau régale, neutraliser l'excédant d'acide à chaud, en ajoutant un petit excès de la même roche en poudre; filtrer, laver le filtre et ajouter aux liqueurs réunies un excès d'eau de chaux limpide.

Le résidu insoluble dans l'acide vous fait juger la quantité et la nature de la portion arénacée de la roche. En neutralisant la liqueur acide avec la roche en poudre, vous précipitez le fer et l'alumine (s'il y en a), et l'emploi de l'eau régale, faisant obtenir le fer à l'état d'ocre, vous pouvez l'évaluer approximativement, surtout si vous n'ajoutez pas un trop grand excès de la roche. S'il n'y a dans la substance essayée ni magnésie, ni manganèse, l'eau

de chaux ne troublera pas la liqueur. S'il n'y a que de la magnésie, elle se précipitera en blanc pur et *complètement*. Avec un peu d'habitude on finira par juger à l'œil si la dose de magnésie peut constituer ou non une véritable dolomie. S'il y a du manganèse, le précipité sera blanc, mais il brunira promptement au contact de l'air (1).

Vous trouverez partout de l'acide, du papier brouillard, une fiole et de la chaux, ou du mortier frais, qu'il vous suffira de délayer dans un seau d'eau, pour n'employer que la liqueur limpide surnageante.

Si, cependant, vous manquiez de chaux, et même de pierre à chaux pour en faire, vous auriez toujours la ressource de calciner au rouge blanc quelques fragments minces de la roche même à essayer. Tous les réactifs sont alors réduits à un seul, à *quelques grammes d'acide*. Un géologue doit être chimiste, mais, si étranger qu'il soit à toute manipulation, il pourra toujours exécuter celle-ci qui est à la portée de tout le monde.

J'insiste sur ce point, parce que c'est faute de procédés pratiques que nous ignorons encore la composition et, par conséquent, les propriétés des roches les plus usuelles.

Ainsi, il importe beaucoup aux maîtres de forges de savoir trouver une castine contenant de la magnésie pour rendre leurs laitiers plus fusibles, et du manganèse pour communiquer à leurs fers plusieurs qualités précieuses.

Certains étages du lias offrent cette double qualité, et les forges du Périgord utilisent ces castines magnésiennes et manganésifères.

L'étude des modifications des roches par la chaleur ne cessera d'être un champ d'hypothèses, que lorsque les géologues pourront, comme je l'espère, reconnaître promptement, et au besoin, sur place, quelles sont les roches qui n'ont subi qu'une transformation de leurs caractères extérieurs, c'est-à-dire un simple *métamorphisme*, dans l'acception littérale du mot, et quelles sont celles qui ont éprouvé une véritable transmutation chimique.

Cette transmutation (soit dit en passant) devrait alors s'appeler le *métamérisme des roches*, de même que l'on dit l'*isomorphisme* et l'*isomérisme* des minéraux.

(1) Lorsqu'on voudra doser ce manganèse, il suffira de le précipiter par une addition préalable de sulfhydrate ammoniacal; il ne s'agit plus alors d'un essai qualitatif, mais d'une analyse de laboratoire dont je n'ai pas ici à m'occuper.

M. Laugel fait la communication suivante :

Du clivage des roches, par M. Aug. Laugel.

On observe fréquemment dans les roches sédimentaires, surtout dans celles qui appartiennent aux terrains de transition, indépendamment des plans de la stratification ordinaire, des surfaces de division ou de séparation qui se prolongent parfois sur des étendues très considérables en conservant les mêmes caractères de direction et d'inclinaison. Cette inclinaison est complètement indépendante, d'ailleurs, des contournements du terrain, si compliqués qu'ils puissent être. Ces plans de division, que l'on pourrait nommer plans de clivage, forment un des traits caractéristiques du terrain ardoisier, où ils ne sont autres que les plans de séparation des feuillets d'ardoise. M. Élie de Beaumont, dans l'explication de la carte géologique de la France, distingue très nettement les plans de schistosité des plans mêmes de la stratification, dans le chapitre relatif aux Ardennes. M. Sedgwick a, dès longtemps aussi, indiqué la complète indépendance entre l'inclinaison du plan des couches et celle des plans du clivage. Après eux, un grand nombre de géologues ont fait des observations sur le même sujet, et M. Sharpe, entre autres, a, dans ces dernières années, rassemblé sur cette question des observations numériques très nombreuses et très intéressantes.

J'ai cherché à rendre compte de la formation et de la disposition des surfaces de clivage par l'action des forces élastiques qui se développent dans l'intérieur de l'enveloppe terrestre, par suite de son propre poids et des pressions auxquelles elle est soumise sur sa paroi extérieure et intérieure. Bien que la notion de l'élasticité soit des plus communes, il importe de donner une définition rigoureuse de ce qu'il faut entendre par une force élastique. Si l'on considère un plan idéal qui sépare en deux parties un corps solide quelconque, et un point dans ce plan, l'action que l'une des moitiés y exerce sur l'autre, est la force élastique qui lui est relative. Cette force n'est pas toujours perpendiculaire au plan sur lequel elle agit. Elle lui est, en général, oblique et peut faire avec lui des angles qui varient de 0 degré à 90 degrés. Quand elle tend à comprimer le plan, elle se nomme une pression, quand elle agit en sens inverse, c'est une traction; enfin, quand elle s'exerce dans le plan lui-même, c'est une force de glissement.

Comme par un point l'on peut mener une infinité de plans, il y a une infinité de forces élastiques qui leur correspondent : je con-

sidérerai plus spécialement les forces élastiques qui agissent perpendiculairement aux éléments plans et celles qui s'exercent dans le sens même de ces éléments, et qui peuvent ainsi produire des glissements. La théorie indique que dans tout point d'un corps solide il n'y a, en général, que trois forces élastiques, perpendiculaires deux à deux, qui agissent perpendiculairement aux éléments plans. On les nomme forces élastiques principales. Ces trois forces peuvent être représentées en grandeur et en direction par les trois axes d'un ellipsoïde, qu'on nomme ellipsoïde d'élasticité. Quelquefois il arrive qu'au lieu d'avoir ses trois axes inégaux il devient un ellipsoïde de révolution. C'est ce que l'on trouve quand on applique la théorie, dans toute sa généralité, à l'enveloppe terrestre. Les uniques données de ce calcul sont le poids même de cette enveloppe et les pressions auxquelles elle est soumise intérieurement et extérieurement, indépendamment d'ailleurs de toute hypothèse sur la nature du noyau interne du globe. On démontre qu'à un point quelconque de l'écorce terrestre l'ellipsoïde d'élasticité est un ellipsoïde de révolution : l'une des forces élastiques principales est toujours une pression et s'exerce dans le sens même du rayon ; toutes les forces qui agissent dans le plan de l'horizon sont égales entre elles et sont aussi des forces élastiques principales : elles représentent des tractions dans la partie supérieure de l'écorce terrestre, changent de sens à une certaine profondeur, et deviennent des pressions dans la portion inférieure de l'enveloppe solide.

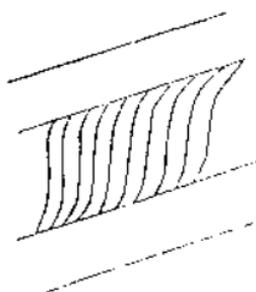
Je ne m'occuperai d'abord que de la partie supérieure de cette enveloppe, où les forces élastiques horizontales sont des tractions : on démontre alors qu'il y existe, en chaque point, des forces élastiques de glissement, mais aucun glissement réel ne peut se produire, aussi longtemps que les forces élastiques horizontales sont rigoureusement égales, parce qu'il en résulte une complète indétermination pour la direction du plan de glissement. Cette indétermination cesse, aussitôt qu'il se manifeste la plus légère inégalité dans la valeur des forces élastiques horizontales, et alors on peut concevoir que des surfaces de moindre résistance au glissement, ou de clivage, puissent se produire. Or, la parfaite égalité des forces élastiques horizontales ne peut pas se maintenir avant un phénomène de soulèvement ; car, pour ne considérer qu'un seul chaînon de montagnes, comme il est toujours plus étendu dans un sens que dans l'autre, on voit aisément que les tractions dans le sens perpendiculaire au chaînon étaient plus fortes que celles qui s'exerçaient dans sa direction même.

L'ellipsoïde d'élasticité devient donc un ellipsoïde à trois axes inégaux, quand les tractions horizontales sont elles-mêmes inégales, et l'on démontre qu'il existe alors, en chaque point, un plan de moindre résistance au glissement, dont la direction et l'inclinaison sont déterminées par la valeur même des forces élastiques principales.

Les variations lentes des forces élastiques, quand elles ne sortent pas d'une certaine limite, se trahissent sans doute par des mouvements et des bossellements insensibles; c'est à leur faveur que les clivages peuvent, pour ainsi dire, se dessiner et marquer en traits visibles le jeu des actions moléculaires. Mais l'élasticité de l'enveloppe terrestre ne peut pas se prêter indéfiniment à leurs variations et à une répartition de plus en plus inégale des forces élastiques horizontales, qui finissent par provoquer une rupture d'équilibre. Un mouvement général des couches se produit, mais il est actuellement accompagné de mouvements élémentaires de plissements, qui s'effectuent sur les plans de moindre résistance ou plans des clivages, et qui contribuent ainsi à les dessiner plus fortement qu'ils ne l'étaient avant ce phénomène de soulèvement. Il faut bien se rendre compte de la simultanéité de ces deux effets, et concevoir que les mouvements relatifs des plans de clivage, très faibles quand on ne considère que deux plans voisins, peuvent en réalité produire à la surface du terrain des plissements et des ondulations très marquées. Mais, comme ces mouvements élémentaires se font dans le plan même des clivages, leur parallélisme n'en est point affecté, et, en les considérant dans leur ensemble, on voit que leur inclinaison est indépendante des contournements qu'on observe dans les plans de la stratification proprement dite.

Certaines observations de M. Sharpe et de M. Baur, qui a publié, dans le *Journal de Kursten*, un Mémoire sur les schistes argileux du Rhin, font admirablement ressortir la dépendance qui existe entre les mouvements de glissement élémentaires et les mouvements généraux des couches, et font bien comprendre en même temps que le phénomène de soulèvement n'a marqué que le dernier trait du clivage et lui a seulement imprimé sa forme définitive. Je citerai seulement quelques-unes de ces observations.

Une couche de schiste argileux est comprise entre deux couches de schiste plus dur. Les clivages traversent la couche intermédiaire; mais on les voit s'infléchir en forme d'S, à l'approche des deux



couches supérieure et inférieure. Ici le mouvement général des couches a été accompagné d'un mouvement de glissement sur les plans de stratification (ce qui arrive assez fréquemment); mais il est bien évident que les clivages existaient déjà avant ces mouvements, et qu'ils ont été simplement déformés.

Ailleurs on voit dans une coupe naturelle, par suite de mouvements de glissement qui se sont produits de proche en proche sur les surfaces de clivage, une ligne de stratification affecter la forme d'un véritable escalier. Ailleurs, enfin, des filons minces de quartz ont été rejetés et comme découpés par suite de ces glissements des plans de clivage.

J'ai déjà indiqué plus haut que la direction et l'inclinaison des surfaces de clivage sont en rapport avec la valeur des forces élastiques principales, et, par conséquent, avec la direction même des chaînons de montagnes.

J'ai démontré ainsi successivement par l'analyse que :

1° La direction des plans de clivage est parallèle à la direction de l'axe de rupture ou de soulèvement.

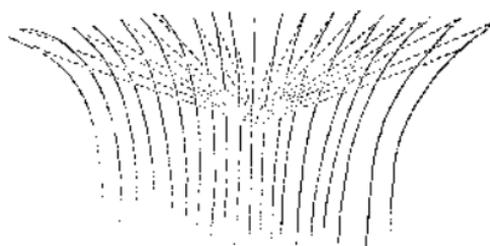
2° L'inclinaison est constante à des distances égales de cet axe.

3° Les plans de clivages sont verticaux tout le long de cette ligne.

4° Ces plans sont d'autant plus rapprochés de la verticale qu'on est plus près de cette ligne centrale, et ils s'abaissent insensiblement sur l'horizon à mesure qu'on s'en écarte.

Dans une coupe générale prise perpendiculairement à l'axe de soulèvement, les clivages dessineraient une immense gerbe régulièrement déployée.

Mais si l'on ne considère que les inclinaisons à la surface même du terrain, les lignes qui les marquent vont toutes, lorsqu'on les prolonge suffisamment, couper la ligne centrale verticale en un même point, et présentent ainsi une disposition radiaire ou en éventail. Cette propriété peut s'exprimer ainsi :



5° Les tangentes des inclinaisons à la surface sont en raison inverse des distances à l'axe de soulèvement.

6° Considérés dans leur ensemble, les clivages s'écartent d'autant plus lentement de la ligne verticale centrale, quand on s'en éloigne perpendiculairement à l'axe de soulèvement, que la formation est d'origine plus ancienne. Ainsi, pour une même étendue de terrain, c'est dans les premiers terrains de transition qu'on observera le moins de variations dans l'inclinaison des clivages.

Après avoir établi les lois précédentes, j'ai montré leur accord avec toutes les observations numériques que j'ai pu recueillir. Celles de M. Sharpe m'ont été les plus précieuses. Ce géologue a reconnu la disposition radiaire dans presque tous les districts de transition de l'Angleterre, dans le Carnarvonshire, le Merionethshire, le Radnorshire, le Devonshire, le Cornouailles, le Cumberland et le Westmoreland. Voici de quelle manière j'ai comparé les résultats de la théorie à ceux de l'observation.

Supposez qu'on ait fait plusieurs observations d'inclinaison et de direction du clivage en divers points. Il faut mesurer les distances relatives de ces points perpendiculairement à la direction moyenne des clivages. Dans la coupe faite perpendiculairement à cette ligne, toutes les lignes tracées sous les inclinaisons observées par des points placés à ces distances doivent toutes venir passer par un même point. Je détermine ce point de rencontre au moyen de deux quelconques des lignes d'inclinaison, et je le joins à tous les autres points d'observation : la différence entre les inclinaisons des lignes ainsi tracées et les inclinaisons observées donne évidemment la mesure de l'accord de la théorie avec les faits.

Voici l'un de ces tableaux comparatifs :

Localités.	Angles observés.	Angles calculés.	Différence.
Watendlath. . .	90°	90°	0°
.	85	85	0
.	70	70	0
Borrowdelefelds..	70	65	+5
Keswick.	60	61	-4
Lattrigg.	60	55	+5
.	50	50	0
Skiddan.	45	48	-3
.	45	45	0

(Les distances ont été mesurées, toutes les fois que je l'ai pu, sur la grande carte de l'*Ordnance*.)

Les observations que j'ai pu rassembler dans le grand Mémoire de M. Dumont sur le terrain ardennais et le terrain rhénan, et dans celui de M. Baur sur les schistes argileux du Rhin, m'ont aussi permis de faire quelques comparaisons semblables. Les différences entre les angles de l'observation et les angles théoriques n'ont jamais dépassé 5 degrés et peuvent, par conséquent, être attribuées à des erreurs d'observation ou à des irrégularités locales insignifiantes.

Je n'ai examiné, dans tout ce qui précède, que le cas où les forces horizontales sont des tractions; c'est ce qui a lieu dans les roches sédimentaires qui forment les portions supérieures de l'enveloppe terrestre : le cas où les forces élastiques principales sont toutes des pressions présente des difficultés nouvelles; il s'applique aux portions inférieures de l'écorce terrestre et aussi aux matières éruptives en état de refroidissement. L'examen de cette deuxième partie, quoique reposant sur des principes théoriques communs, comprend ainsi deux sujets bien différents; d'une part l'étude des mouvements et des ruptures qui peuvent se produire dans les portions inférieures de l'enveloppe solide du globe, et en second lieu celle des phénomènes de structure que présentent certaines roches éruptives, et qui sont dus à l'action des forces élastiques qui s'exerçaient dans leur masse pendant leur refroidissement. Elles feront le sujet d'une seconde communication.

Au sujet de la présentation qui a été faite de la 5^e édition du *Manuel de géologie* de M. Lyell, M. Paul Gervais appelle l'attention de la Société sur les détails nouveaux donnés par l'auteur sur les deux petites dents qui ont été trouvées dans le terrain triasique du Wurtemberg et que M. Plieninger, ainsi

que divers autres naturalistes ont décrites sous le nom de *microlestes*, comme étant celles d'un mammifère. M. Gervais a étudié avec soin le dessin d'une de ces dents que M. Lyell a fait exécuter avec beaucoup de soin, et sur lequel il a bien voulu lui demander son avis. M. Gervais ne croit pas que l'on puisse attribuer cette pièce à un animal étranger à la classe des mammifères, mais il faut en même temps remarquer qu'elle a des caractères qui ne permettent pas d'en rapporter l'espèce aux genres que l'on connaît parmi les fossiles, soit parmi les animaux actuels, ni même aux familles qu'on a établies pour ces derniers.

M. Gervais donne, en outre, quelques détails sur les mammifères fossiles qui ont été observés dans les terrains secondaires, soit dans l'oolithe de Stonesfield, soit dans les couches de Purbeck.

M. Constant Prévost fait observer que dans l'étude des couches on doit tenir compte des phénomènes qui ont dû résulter du refroidissement des roches. Il pense que lors de ce refroidissement il y a eu convergence des molécules vers divers points qui ont servi de centre d'attraction. Or, la force d'attraction a dû varier, car les distances diminuent dans les masses proportionnellement à l'éloignement des points centraux. De là il est résulté que les molécules se sont groupées de manière à constituer des sphères de moins en moins denses. On ne peut reconnaître ce mode de groupement dans les roches intactes, mais on l'observe facilement dans les roches décomposées.

M. Ch. Sainte-Claire Deville demande à M. Constant Prévost si le phénomène qu'il vient de citer a été soumis à ses expériences ou s'il est seulement hypothétique.

M. Constant Prévost répond qu'il n'a pas encore expérimenté, d'une manière rigoureuse, le fait qu'il vient d'énoncer; mais il ne doute pas que des recherches, dans le but de reconnaître une décroissance de densité du centre à la surface dans plusieurs espèces de roches qui se décomposent sphéroïdalement, ne viennent à démontrer cette décroissance.

M. Bourjot rappelle qu'il a vu les célèbres pyromérides de Corse; ces pyromérides étant très superficielles, on doit penser

qu'elles sont un accident que l'on pourrait attribuer à des phénomènes de refroidissement.

M. Constant Prévost annonce la découverte qui vient d'être faite à Meudon d'ossements d'Oiseau fossile à la base du terrain de l'argile plastique. Il présente les croquis des ossements qui ont été trouvés.

M. Paul Gervais met sous les yeux de la Société :

1^o Le maxillaire inférieur d'un cétacé, du genre Rorqual, dont la taille était de beaucoup inférieure à celle des espèces actuelles. Cette pièce provient des sables marins pliocènes de Montpellier.

2^o Les empreintes d'un Poisson fossile des grès verts du département de la Drôme, au sujet duquel M. Paul Gervais de Rouville a envoyé une note dans une des précédentes séances. M. Gervais fait remarquer que ce Poisson est un malacoptérygien abdominal, et il le regarde comme ayant des rapports avec les Salmones et avec les Clupes. Il en publiera la description dans les *Annales des sciences naturelles*.

Le secrétaire présente le Mémoire suivant de M. L. Pareto :

Note sur le terrain nummulitique du pied des Apennins,
par M. le marquis Laurent Pareto.

Dès l'année 1834, dans une note envoyée à la Société géologique, sur le département des Basses-Alpes, j'avais tâché d'établir la superposition des *macigno*s et calcaires à Fucoides (analogues du *flysch* des géologues suisses) aux couches nummulitiques que l'on voit sur une si grande étendue du comté de Nice et du département des Basses-Alpes, et j'avais tâché d'indiquer la liaison qu'il y a entre les couches nummulitiques, le *macigno* et le calcaire à Fucoides de ces contrées; d'où il résultait qu'il fallait regarder ces trois assises comme constituant un ensemble de couches qu'il était impossible de partager en plusieurs formations.

Plus tard, en 1846, dans la description de la Ligurie maritime, j'avais fait sentir qu'en Italie, et surtout sur le versant septentrional de l'Apennin ligurien, il y avait au pied de la chaîne et sur une zone assez étendue, un autre dépôt particulier, dans lequel on retrouvait de nouveau des Nummulites, et j'indiquais comment ce dépôt ne pouvait être confondu avec la grande zone nummu-

litique alpine, puisqu'il reposait lui-même, en général, en gisement contrastant, sur des couches de macigno et de calcaire à Fucoides qui constituaient les assises les plus récentes de cette zone nummulitique des Alpes.

En même temps que je signalais aux savants réunis au Congrès de Gênes l'existence de ces deux zones distinctes de terrain nummulitique dans les Apennins liguriens, je me prononçais pour l'opinion que j'avais déjà émise plusieurs années auparavant, en contradiction à MM. de Collegno et Sismonda, à l'égard du calcaire nummulitique de Gassino près Turin : c'est-à-dire que je regardais la dernière ou la plus récente de ces deux zones nummulitiques comme appartenant au terrain tertiaire, tandis que pour celle des hautes montagnes du comté de Nice et des Basses-Alpes, je ne renonçais pas encore à l'opinion qui dominait alors, que ces couches dussent appartenir au dernier étage de la formation crétacée, si même elles n'appartenaient déjà, comme le pensait M. Leymerie, à un *quid medium* entre le terrain éocène et la craie.

Depuis cette époque la détermination exacte, par de savants paléontologues, d'un grand nombre de fossiles des couches nummulitiques du comté de Nice, fossiles qu'on a reconnu appartenir pour la plus grande partie à l'époque éocène, a dû me faire renoncer, malgré plusieurs faits qui pourraient laisser encore quelque doute, à l'opinion qui regarde comme crétacées les masses puissantes de calcaire, de schiste et de macigno à Nummulites, lesquelles, à partir du cap de la Mortola et passant par derrière Vintimille, vont rejoindre la sommité des montagnes qui sont aux sources de la Nervia, de la Taggia, du Tanaro, pour se replier vers le col de Tende, d'où, par la vallée de la Stura, elles vont se réunir aux couches également nummulitiques qui composent le pic du Lauzanier, les montagnes des environs de Barcelonnette, celles d'une grande partie de la vallée du Verdon, ainsi qu'une partie des Hautes-Alpes. En renonçant pourtant à l'idée que les couches nummulitiques de ces hautes montagnes pussent encore appartenir à la craie, j'ai dû naturellement adopter celle qui les regarde comme tertiaires, et particulièrement comme appartenant à l'époque éocène. Mais en adoptant cette opinion, sur laquelle il n'est guère plus possible d'avoir des doutes bien fondés après tout ce qu'en ont dit les plus savants paléontologues, est-on en droit de réunir à ce grand dépôt de la zone alpine le dépôt nummulitique plus modeste qui se trouve au pied de l'Apennin, ou bien doit-on le regarder comme séparé non-seulement physiquement,

mais aussi quant à l'époque géologique dans laquelle il a été déposé? C'est pour donner quelques éclaircissements qui puissent conduire à résoudre cette question que je sou mets cette petite note à la Société géologique.

La zone nummulitique essentiellement composée, dans le bas, de couches calcaires ordinairement très noires, assez souvent un peu schisteuses et parfois même sub-cristallines, où sont les Nummulites, au milieu de grès macigno de différente structure, et sur le haut de calcaires plus ou moins schisteux, gris ou noirâtres, avec de nombreuses empreintes de certaines espèces particulières de Fucoides, comme le *F. Targionii*, *F. intricatus*, *F. furcatus*, etc., se montre en général avec son *facies* particulier et dans tout son développement, c'est-à-dire avec les trois assises que nous venons d'indiquer, sur une très grande étendue de pays, depuis le comté de Nice et les Basses-Alpes jusque dans la Savoie et la Suisse. Malgré cela, il arrive cependant qu'en plusieurs endroits de ces contrées on n'en puisse voir à découvert que la partie moyenne et supérieure, et alors ce ne sont que les *macignos* et les calcaires à Fucoides qui se montrent à la surface. Telles sont les couches dont sont composées la plupart des montagnes qui viennent aboutir à la Méditerranée depuis la Bordighera jusqu'à Alassio, telles les couches des montagnes qui constituent l'Apennin, depuis Gènes jusqu'à la Spezia, le long de la mer, et depuis les cimes aux sources de l'Erro et de l'Olba, jusque dans le Bolonnais, et, plus loin encore, sur le faite même et sur le versant septentrional de cette chaîne, qui est ainsi, malgré d'assez fréquentes métamorphoses des roches sédimentaires en roches semi-cristallines, essentiellement composées de couches appartenant à la zone nummulitique la plus caractérisée, et analogues à celles d'une certaine partie des Alpes, soit de la France, soit de la Suisse.

Or, au pied de cette chaîne de l'Apennin, et particulièrement sur le versant nord, lorsqu'on s'éloigne un peu de la ligne de partage des eaux et qu'on descend vers la plaine, on trouve, au-dessus des calcaires à Fucoides et macigno, ou bien au-dessus des couches métamorphiques qui les remplacent, une zone considérable de pouddingues et mollasses et autres roches arénacées, souvent remplies aussi de concrétions calcaires, dans lesquelles sont répandus d'assez nombreux fossiles, parmi lesquels ne sont pas rares des espèces de Nummulites. Ces roches, qui par leur aspect minéralogique ressemblent assez à certains nagellines de la Suisse, ne sauraient être cependant rapportées à l'époque assignée à la partie plus récente de ce terrain, qui joue un si grand rôle dans la géo-

logie de la partie moins montueuse de cette intéressante contrée, parce qu'elles sont, sans nul doute, inférieures aux marais et sables subalpennins du terrain pliocène de l'Astésan et du Plaisantia, qui sont les représentants d'une partie du nagelfluë et de la mollasse suisse, et parce qu'elles ne semblent pas non plus, d'un autre côté, remonter bien haut dans le terrain miocène qu'on regarde comme formant une partie des collines de la Superga et des Langhe, collines qui ont été mises aussi en parallèle avec quelques parties de mollasses de la Suisse. Elles ne pourraient donc occuper tout au plus que la partie la plus basse du terrain miocène si l'on venait à reconnaître qu'il n'est pas possible de les considérer même comme plus inférieures, c'est-à-dire comme appartenant encore au terrain éocène.

Cette zone nummulitique plus récente (en comparaison de celle des Alpes) commence du côté des Langhe vers Ceva, se montre ensuite dans la vallée de la Bormida, du côté de Carcare, à Acqui, Spigno, Sassello, Cascinelle, où ses couches longent le pied des montagnes composées de schistes micacés, probablement métamorphiques, et de serpentine, et pénètrent aussi parfois dans les vallées qui s'ouvrent au milieu de ces mêmes montagnes. En marchant ensuite vers l'E. on la voit du côté de Mornese, de Voltaggio, de Rigoroso, Varinelle, Roccaforte, où elle est clairement superposée à des calcaires et schistes à Fucoides qui n'ont subi aucune altération. De là elle continue vers Dernice et S. Bastiano, où l'on trouve des Nummulites dans le Rio Misericordia, toujours au milieu des couches arénacées et des poudingues principalement composés de cailloux roulés de serpentine, de calcaire à Fucoides et de macigno, éléments dont la proportion varie selon qu'on se trouve au pied de montagnes constituées par l'une ou par l'autre de ces roches en masse. On dirait que cette zone forme le contour d'un large golfe qui se trouvait là où sont à présent les collines des Langhe, les vallées de la Bormida, du Belbo, de l'Erro, de l'Olba et de la Scrivia, indiquant, pour ainsi dire, dans ces contrées, les limites de la mer, à la fin de l'époque dans laquelle s'étaient déposés d'abord le calcaire nummulitique de la zone alpine, puis les macignos et les calcaires à Fucoides, et qui avait vu surgir probablement à ses dernières périodes les énormes masses serpentineuses qui traversent les montagnes dont cette espèce de golfe est entourée. Mais ce n'est pas seulement au pied de la chaîne qu'on retrouve cette zone nummulitique récente; souvent des points assez élevés des contre-forts qui s'en détachent sont couronnés de massifs de poudingue qu'on ne peut séparer de cette zone nummuliti-

tique, et, dans quelques points même, ces couches à Nummulites se trouvent sur le faite et passent le versant méridional de l'Apennin comme au col de Santa-Giustina, non loin de Savone, d'où elles descendent dans les vallées de la Sanzobbia, de l'Æstra et du Rumé, où, près de l'endroit appelé Serboasca, de petites Nummulites se trouvent dans des couches arénacées très inclinées, remplissant, pour ainsi dire, un petit bassin excavé dans des roches serpenteuses et des schistes micacés métamorphiques, qui doivent appartenir cependant à des terrains assez récents, et, peut-être, à ceux du macigno.

Mais, en outre, cette zone nummulitique, dont nous venons de détailler la position au pied septentrional des Apennins liguriens, se montre aussi dans des points plus éloignés de la base de cette même chaîne, et concourt à former une partie de cette suite remarquable de collines qui accompagnent de près le cours du Pô, sur sa droite, depuis les environs de Turin jusqu'à ceux de Casale.

Tout le monde sait que, depuis Superga jusqu'aux environs de Casale et Valence, il y a une suite, non interrompue de collines assez élevées qui courent comme le Pô, dont elles forment la berge droite, de l'O. quelques degrés au N., à l'E. quelques degrés au S. Ces collines tournent en général leurs escarpements vers le Pô, et semblent avoir ordinairement leurs couches inclinées vers le S., c'est-à-dire vers le bassin du Tanaro, qui a, lui aussi, son cours dirigé, comme elles, depuis les environs d'Asti jusqu'à Alexandrie. C'est au milieu d'elles, et toujours dans la même direction de l'O. à l'E., qu'est ouverte la petite vallée de la Stura di Brozzolo, qui, vers sa fin, par un petit crochet tourné au N. laisse un passage aux eaux du torrent de ce nom pour se jeter dans le Pô, à trois quarts à peu près de la distance qui est entre Turin et Casale. Or, à la base de ces collines vers le Pô, et, en général, près du lit du fleuve, on voit de temps à autre, sortir de dessous les roches arénacées des massifs isolés, mais, cependant, assez considérables, de calcaire à Fucoides, comme il arrive entre Verrua et Brusasco, sous Camino, et entre Ponte-Stara et Casale, et il paraît indubitable que la zone nummulitique plus récente appuie ses couches, souvent assez inclinées, sur ces masses calcaires, ce qui indique qu'ici, comme au pied de l'Apennin, ces couches nummulitiques sont postérieures à ce même calcaire à Fucoides, auquel elles ne paraissent faire aucun passage et dont elles semblent parfois contenir des fragments. On dirait qu'après le dépôt du calcaire à Fucoides, dans l'espace qui est à présent entre l'Apennin

et les Alpes, surgissaient des récifs composés de ce calcaire, et que, successivement, se déposèrent et furent ensuite redressées les couches arénacées souvent remplies de concrétions calcaires qui contiennent les Nummulites de Gassino, de Crea, d'Ozzano et d'autres points intermédiaires, et qu'à ces couches en ont succédé d'autres, également arénacées, et qu'enfin sont survenus les marnes et les sables subapennins de l'époque *pliocène* dont les bancs, d'abord peu inclinés et ensuite horizontaux, occupent le centre du bassin du Tanaro et du Borbo, son affluent, se relevant de côté et d'autre, d'une part au-dessus des couches *miocènes* du pied de l'Apennin, de l'autre au-dessus des couches de la même époque qui forment la partie septentrionale des collines situées entre le cours du Tanaro et celui du Pô, depuis Superga jusqu'à Casale, lesquelles couches arénacées miocènes s'appuient, à leur tour, d'un côté sur le calcaire à Fucoides des bords de ce dernier fleuve, et de l'autre sur le calcaire, les macignos, et les schistes métamorphiques de l'Apennin lui-même. En outre, un fait assez remarquable peut s'observer en beaucoup d'endroits où l'on peut voir la superposition des couches nummulitiques récentes aux couches de la zone plus ancienne : c'est que des masses et même des couches de lignite se trouvent assez souvent interposées entre elles, ce qui viendrait à l'appui de l'opinion qu'un laps de temps, peut-être assez considérable, a passé entre la fin de l'époque des calcaires à Fucoides et le commencement de celle dans laquelle se déposèrent les couches arénacées de la seconde zone nummulitique. Je n'ai pu, à la vérité, jusqu'à présent, précisément constater la superposition directe des couches nummulitiques au terrain à lignite de Cadibona; mais on peut raisonnablement la soupçonner, puisque, non loin des parages où se trouve l'excavation connue et assez célèbre de ce lignite, j'ai pu constater près de Bassello et à Cascinella la superposition des couches nummulitiques à des bancs arénacés avec lignite, assez semblables à ceux de Cadibona. Ces bancs contenaient des coquilles qui, à la vérité, n'étaient pas tout à fait déterminables, mais qui avaient le facies de coquilles d'eau douce. Si, comme je le soupçonne, la superposition des couches nummulitiques récentes au terrain à lignite avec *Anthracotherium* venait à être constatée, ce serait un fait très important pour la science.

Du reste, qu'il y ait eu de remarquables dislocations entre le dépôt des couches nummulitiques, des macignos et des calcaires de la zone plus ancienne et celui des couches arénacées, des poulingues et des calcaires concrétionnés avec Nummulites de la zone plus récente, c'est ce qui ne peut permettre aucun doute; seulement,

qu'on observe la disposition géographique que nous avons esquissée, et qu'on prenne garde à la position assez fréquemment discordante des couches de cette même zone sur celles de la plus ancienne, comme on peut en remarquer de notables exemples auprès de Voltaggio, de Pietra Bissara et autres endroits. Dans la première de ces localités, sur le chemin qui va vers Carosio, on voit au-dessus de certaines couches presque verticales de schiste argilo-calcaire un peu onctueux, qui ne sont que des schistes du macigno modifiés, des couches bien peu inclinées d'une roche arénacée à petits grains, alternant avec des poudingues à grains de médiocre grosseur, et contenant d'assez nombreuses Nummulites. Dans la seconde de ces localités, c'est-à-dire près de Pietra Bissara, on voit de même, au-dessus des couches très contournées du calcaire à Fucoides, des bancs puissants de poudingue en couches, elles aussi à la vérité inclinées, mais qui n'ont pas du tout subi les étranges contorsions des bancs inférieurs; ces couches de poudingue sont intimement liées à d'autres, où l'on trouve, près Varinelle, des Nummulites. De même, près Roccaforte, le poudingue qui se lie aux couches nummulitiques est adossé aux calcaires à Fucoides, et semble en être tout à fait distinct.

Cette suite de faits que je viens d'indiquer prouvent assez clairement, à mon avis, que le dépôt de la zone nummulitique doit avoir eu lieu lorsque déjà le relief des montagnes au pied desquelles elle se trouve, et qui sont en général composées des couches supérieures de la formation nummulitique alpine ou plus ancienne, avait été puissamment modifié; comme ils prouvent aussi qu'il doit y avoir eu un intervalle assez considérable entre un dépôt et l'autre, puisque la zone la plus récente est essentiellement composée de cailloux roulés et de sables qu'on reconnaît provenir de la destruction des roches appartenant au dépôt précédent. Par l'examen même des cailloux roulés qu'on retrouve dans toute la seconde zone, il reste aussi prouvé que le plus grand nombre des métamorphoses qui ont affecté les bancs de la plus ancienne doivent avoir eu lieu bien avant que les couches nummulitiques plus récentes se déposassent; car dans ces derniers on trouve non-seulement des cailloux de macigno et de calcaire non altéré, mais aussi des cailloux roulés de toutes les variétés de jaspe, de schiste onctueux, de calcaire semi-granulaire, provenant de bancs qui se trouvent au milieu des macignos et calcaires de la zone inférieure, et ne sont autre chose que ces mêmes roches profondément altérées. Mais non-seulement par l'examen des cailloux roulés qui sont dans les poudingues de la seconde zone, on voit

que la modification des macigno et des calcaires a précédé ce dépôt, mais on reconnaît encore par l'immense quantité de cailloux roulés serpentineux qu'on y retrouve, que sans doute l'apparition de la plus grande partie au moins des roches serpentineuses l'a aussi précédée; et si l'on réunit ensuite cette observation à celles qui prouvent clairement que presque toutes les masses serpentineuses de l'Apennin se sont fait jour à la surface de la terre après le dépôt des macigno et des calcaires à Fucoides, on devra en tirer la conséquence que cette apparition a eu lieu entre le dépôt de la zone nummulitique inférieure et la supérieure, et que très probablement c'est à la sortie de ces roches serpentineuses qu'on doit le bouleversement et la dislocation des couches du macigno et du calcaire, ainsi que les nombreuses altérations que ces roches ont subies. Il est donc assez probable que la seconde zone nummulitique, quant à sa formation, est bien postérieure, et tout à fait séparée de la zone alpine, puisqu'elle s'est déposée au pied des montagnes constituées par les roches de la formation plus ancienne, et après un fait aussi remarquable que celui de la modification de ces mêmes roches, et après celui non moins notable de l'apparition des roches serpentineuses, qui jouent un si grand rôle dans les Apennins. Outre cela, s'il est difficile, pour ne pas dire impossible, de reconnaître un passage entre les couches de calcaire à Fucoides et du macigno, et les terrains à Nummulites plus récents, il n'en est pas de même entre les couches de ce dernier terrain et celles du terrain miocène le plus caractérisé que l'on voit parfois se fondre insensiblement dans le terrain pliocène. En effet, les couches à Nummulites du pied de l'Apennin, ainsi que celles des collines qui avoisinent le Pô de Turin à Casale, sont presque toujours discordantes avec le calcaire à Fucoides et le macigno, tandis qu'elles sont concordantes avec les couches arénacées supérieures, qui ont toujours été regardées comme appartenant au terrain miocène. Ceci, abstraction faite jusqu'à ultérieur examen des corps organisés fossiles de la seconde zone nummulitique, pourrait réellement faire croire que, si la plus ancienne de ces zones appartient au terrain éocène, la seconde pourrait au contraire appartenir au terrain miocène avec lequel elle a physiquement une plus grande liaison, et dont elle ne paraît pas avoir été séparée par un de ces grands événements qui semblent indiquer le point de séparation de deux formations géologiques. Quelques coupes (Pl. XI) prises en partant de la chaîne de l'Apennin, et même des bords de la mer Méditerranée, et venant aboutir à la vallée du Pô, serviront à préciser davantage

les relations de ces divers terrains, et à prouver comme la zone nummulitique récente est plutôt liée par la disposition et l'inclinaison de ses couches au terrain miocène, qu'à celui des calcaires à Fucoides et des macignos.

Je crois qu'entre ces diverses sections, une des plus intéressantes pour établir les relations des divers terrains dont nous avons jusqu'ici parlé est celle qu'on peut conduire, à travers la chaîne de l'Apennin, des bords de la mer, entre Varagine et Celle, non loin de Savone, aux rives du Pô, près Camino et Ponte Stura à l'O. de Casale: je m'efforcerai pourtant d'en donner aussi succinctement que possible la description (fig. 4). En quittant les bords de la mer auprès du bourg de Celle, et se dirigeant vers le N., c'est-à-dire presque perpendiculairement à la chaîne centrale, on chemine pendant quelque temps sur un ensemble de couches, un peu inclinées vers le S. et le S.-E., de mollasses et de poudingues polygéniques, dans lesquelles on trouve souvent des fragments de lignite ou de bois bituminisé. Ces couches, qui rappellent par leur structure celles de Cadibona, ne contiennent point, à ma connaissance, de coquilles ou autres fossiles qui puissent servir à leur détermination précise: cependant on ne peut guère hésiter à les mettre en parallèle avec les couches de cette localité célèbre, avec lesquelles elles sont liées, et qui ont un aspect tout à fait identique. Ces couches de mollasse et de poudingue de Celle sont d'ailleurs sans aucun doute inférieures au terrain pliocène, puisque à Albizzola on voit ce dernier terrain caractérisé par de nombreux fossiles reposer immédiatement sur les couches de mollasse.

On suit cet ensemble de couches de mollasse, qui occupent un espace triangulaire dont la base s'étend le long de la mer, de Varagine à Albizzola, pendant à peu près une heure de chemin, et l'on voit ensuite sortir au-dessous d'elles des couches très inclinées ou presque verticales de schistes argilo-talqueux, qui sont très souvent traversées par des masses serpentineuses: ces schistes continuent vers l'endroit dit la Stella, où à côté d'eux, mais plus à l'O., se trouvent aussi d'autres masses d'un schiste d'apparence plus ancienne et des masses de gneiss coupées par de nombreux filons granitiques. Peu après la Stella, on rejoint la partie supérieure de la vallée de la Sansobbia, et, en remontant cette vallée, on continue à cheminer sur des schistes argilo-talqueux en couches très inclinées: non loin de Santa-Giustina on commence à voir, au-dessus de ces schistes, des bancs puissants et beaucoup moins inclinés de poudingue et de mollasse, dans lesquels on voit quelques fragments de lignite et de coquilles en trop mauvais état pour être précisé-

ment déterminables, mais qui cependant semblent se rapprocher de quelque coquille du terrain miocène. Ces bancs de mollasse forment un ensemble de couches d'une puissance de près de trois cents mètres, et arrivent à occuper le sommet du col de Santa-Giustina, où se fait le partage des eaux entre la Méditerranée et l'Adriatique, d'un côté, les eaux s'écoulant par la Sansobbia, et descendant à Albizzola, près Savone; de l'autre, se dirigeant par le torrent Giovo, affluent de l'Erro, à Sassello, et de là à Acqui et Alexandrie. A côté de cette masse de terrain de mollasse et de poudingue, tant à l'E. qu'à l'O., la chaîne centrale, qui s'élève beaucoup plus haut que le col, est composée de schistes argilo-talqueux, et surtout de très grandes masses serpentinesuses qui les traversent, et qui arrivent au point dit l'Armetta, à l'altitude de presque 1,200 mètres au-dessus de la mer. On dirait que ce terrain de mollasse occupe au sommet du col une espèce de bassin entre des chaînes de roches schisteuses, et que c'est une espèce de témoin qui sert à indiquer qu'au commencement de l'époque miocène, ou à la fin de l'époque éocène, la mer communiquait par ce point entre le bassin occupé aujourd'hui par la vallée du Pô, qui fait suite à l'Adriatique, et celui occupé par la Méditerranée.

Arrivé sur le sommet du col de Santa-Giustina, on chemine encore pendant quelque temps sur les couches de mollasse qui forment comme une espèce de petit plateau entouré à droite et à gauche par de plus hautes montagnes, mais lorsqu'on commence à descendre dans la vallée du torrent Giovo, on voit sortir de nouveau, au-dessous des couches arénacées, les schistes argilo-talqueux qui dominent dans les montagnes environnantes, et qui sont ici toujours en bancs assez inclinés. On parcourt cette formation schisteuse pendant quelque temps, mais on retrouve bientôt le terrain de mollasse avant d'arriver à Sassello, d'où, pour ainsi dire, il s'étend dans presque toutes les directions le long de la vallée de l'Erro. C'est non loin de ce bourg, mais un peu plus à l'E. de la section que nous décrivons, qu'on peut voir la superposition des couches nummulitiques à un banc de poudingue et de marne, dans lequel on trouve des fragments nombreux de lignite qui forment presque un petit lit de combustible : au-dessus de ce banc on voit aussi un lit de marne dans lequel on trouve des bivalves qui semblent appartenir aux coquilles d'eau douce, parmi lesquelles on a même déterminé la *Cyrena Brongniartii* de Basterot. Les roches arénacées des environs de Sassello font partie de cette grande zone de roches, qui occupe les Langhe et le pied des Apennins, et qui n'est interrompue vers le N. et l'O. de ce bourg

que par quelques îlots de schiste ou de serpentine, mais qui, vers l'E., s'appuie au grand massif de roches ophiolitiques et de schistes qui constitue la plus grande partie des montagnes dans lesquelles sont creusées les différentes vallées dont les eaux concourent à former la rivière d'Orba dans la partie supérieure de son cours. Les couches de mollasse et de poudingue des environs de Sassello ont une assez petite inclinaison.

En partant de ce bourg de Sassello pour continuer le chemin vers le N., on parcourt des coteaux comparativement assez bas, composés de mollasse avec quelques Nummulites. puis on arrive à un endroit appelé la Maddalena, où le terrain tertiaire est interrompu par un chaînon de serpentine qui se rattache aux montagnes du *piano della Castagna*, qui se trouvent vers l'E., et dont on longe pour ainsi dire le pied. Après avoir traversé ce petit contre-fort serpentiniteux, on parcourt encore le terrain de mollasse, jusqu'à ce qu'on rejoigne un petit torrent qui coule de l'E. à l'O. au pied de la montagne de Gimaferte, et qui descend des montagnes du piano de la Castagna pour se jeter dans l'Erro, qui, par contre, coule dans la direction du S. au N. Ce petit torrent, et l'Erro dans lequel il débouche à peu de distance de là, ont ici leur lit, pour ainsi dire, excavé dans la serpentine : si, après avoir passé ensuite ce torrent non loin du moulin Povito, on prend la route qui se dirige au N. vers Ponzone, on doit alors gravir une haute crête qui forme une espèce de mur, et qui est toute composée de serpentine stéatiteuse et commune. Cette montagne prend le nom de Gimaferte. Lorsqu'on est arrivé sur le point culminant, qui forme une espèce de plateau, on trouve de fréquents lambeaux de conglomérat ou poudingue tertiaire, tandis que la serpentine occupe les flancs des petites vallées environnantes, et se montrent aussi parfois en petits mamelons sur les hauteurs.

Avant d'arriver à Ponzone, qui est sur la continuation de cette crête, lorsqu'elle commence un peu à s'abaisser, il se développe au milieu des mollasses, et même des marnes qui sont avec elles, un banc d'un calcaire concrétionné bréchiforme, qui ressemble assez à celui des bains d'Acqui, où l'on trouve des Nummulites : ce calcaire de Ponzone contient, entre autres, des cailloux roulés de serpentine, et l'on y voit des restes de corps organisés indéterminables, et surtout des Huîtres. Au-dessus de ce calcaire, qui semble au moins appartenir à la partie inférieure du terrain miocène, reposent encore des sables endurcis, qui font toujours partie de ce même terrain. Les couches sur ce plateau sont en général peu inclinées, et elles plongent un peu vers le N.-E., ou

vers l'O., selon que leur pente est déterminée par quelque mamelon serpentinenx qui perce au milieu d'elles.

De Ponzone à Cavatore on marche toujours sur des marnes sableuses et des mollasses, au milieu desquelles, surtout après ce dernier pays, à la descente vers les bains d'Acqui, se trouvent de nombreuses traces de végétaux carbonisés. Ici les couches paraissent plus inclinées, et semblent plonger vers le N.-E.

Les bains d'Acqui sont situés dans un ravin ouvert du S. au N. et aboutissant à la rive droite de la Bormida, qui a ici depuis Bubbio jusqu'à Visone la direction de l'O. à l'E. Dans les flancs de ce ravin on exploite un banc assez puissant de calcaire concretionné blanchâtre assez compacte avec des Nummulites et des Peignes : il est au milieu de bancs de mollasse et ressemble à celui que nous avons indiqué sur les hauteurs de Cimaferle, dont il paraît être la continuation, comme il ressemble aussi à celui plus connu de Gassino, aux environs de Turin : comme lui, ce calcaire d'Acqui est subordonné à des mollasses et à des marnes sableuses très puissantes dans tous ces environs, et l'on ne peut avoir aucun doute qu'il n'appartienne au terrain tertiaire et à la plus récente des zones nummulitiques que nous avons signalées. Ce même calcaire se montre aussi à Visone, et partout il est entouré de mollasses ou de poudingues à petits grains, dans lesquels des Nummulites, probablement de différentes espèces, se trouvent assez fréquemment répandues.

Vis-à-vis des bains, on passe la Bormida pour aller à la ville d'Acqui, qui se trouve sur la rive gauche de cette rivière. La vallée qu'on traverse n'a pas une grande largeur : le terrain alluvial couvre les tranches des couches de mollasse assez redressées qui en forment le fond.

Au N. de la ville s'élèvent de nouveau des collines qui n'ont pas une grande élévation, et qui sont composées encore de mollasses, mais qui ne contiennent pas, à ma connaissance, de fossiles rapportables aux Nummulites. On ne peut guère se refuser à les rapporter à l'époque miocène : les couches en sont toujours moins inclinées, et tout indique qu'elles vont plonger vers les bassins du Belbo et du Tanaro, en marchant vers lequel il paraît qu'on rencontre des couches de plus en plus récentes.

Lorsqu'on a gravi la petite côte qui sépare le cours de la Bormida de celui du Belbo, en descendant vers le lit de cette dernière rivière et la petite ville de Nizza della Paglia, on retrouve à l'endroit appelé Castel Rochero des masses considérables de gypse accompagné de cargneule et d'une espèce de calcaire compacte et très

solide, peut-être un peu siliceux, avec des parties cavernueuses, et qui ne paraît être qu'une modification des marnes dans lesquelles se trouve ce gypse. On dirait que ce gypse, lequel est assez fréquent tant dans ces collines que dans celles du Tortonais, se trouve dans les couches qui font passage entre le terrain miocène et le terrain *pliocène* plus caractérisé; en effet, dans le Tortonais, à Santa-Agata, c'est dans les marnes qui avoisinent le gypse qu'on a trouvé un mélange de coquilles décidément pliocènes avec un assez grand nombre d'autres rapportables au terrain miocène. Les couches de ces marnes, du reste, sont presque concordantes avec les couches des mollasses inférieures; seulement elles deviennent peu à peu plus horizontales, et prennent de plus en plus l'aspect des marnes subapennines les plus caractérisées, comme elles en contiennent de plus en plus les fossiles.

Après le cours du Balbo, qui a dans les environs de Nizza della Paglia la direction du S.-O. au N.-E., les collines qui s'interposent entre cette rivière et le Tanaro, ainsi que les petits cours d'eau qui les sillonnent, sont dirigées à peu près de l'O. à l'E. comme le Tanaro même, qui occupe la partie basse du terrain entre l'Apennin et la petite chaîne du Montferrat de Valence, aux environs de Chivazzo. Ces collines qui avoisinent le Tanaro appartiennent au terrain pliocène, et sont composées dans le bas de marnes subapennines, et plus haut de sables jaunes, étant couronnées ordinairement par un dépôt de cailloux roulés et de marnes jaunâtres où l'on a trouvé des ossements de différents pachydermes. Quoique ces couches de marnes et de sables jaunes soient ici sensiblement horizontales, cependant on peut croire qu'elles s'abaissent légèrement vers l'E. Il est remarquable que le sommet de ces collines n'est pas plus élevé au-dessus du niveau de la mer qu'une grande partie du plateau du Piémont, ce qui peut faire considérer la partie de la vallée du Tanaro qui est dans les environs d'Asti comme formée par l'érosion d'un plateau qui était originalement contigu à celui du Piémont, qui est, lui aussi, composé de marnes bleues, de sables jaunes marins et de cailloux roulés, marnes et sables avec ossements de pachydermes, comme le démontrent les coupures que quelques petits torrents ont faites dans ce même plateau.

Dans les environs d'Asti et sur la gauche du Tanaro s'ouvre une petite vallée dirigée à peu près du N. au S., qu'on peut regarder comme transversale à la chaîne des collines du Montferrat, puisqu'elle leur est perpendiculaire, et dans laquelle coule le torrent Versa, qui descend des hauteurs de Tonco et de Montiglio, et se

jeté dans le Tanaro : si on la remonte quelque temps en se dirigeant vers Moncalvo, on voit sur la droite et sur la gauche des escarpements qui démontrent qu'on est ici toujours dans le terrain pliocène : en effet, on ne voit de côté et d'autre que des marnes blanches et des sables jaunes avec quelques bancs de cailloux roulés sur les hauteurs. A Calliano, où l'on quitte la vallée de la Versa pour longer l'origine de la vallée de la Grana, qui est par contre parallèle à la chaîne, et qui va déboucher directement dans le Pô, au-dessous de Casale, on trouve du gypse, et non loin des sources sulfureuses, et à Moncalvo, qui est entre le vallon de la Grana au S. et un affluent de la Stura de Brozzolo au N., les hauteurs sont couronnées par les sables jaunes endurcis, avec Peignes, qui forment presque une espèce de calcaire moëlleux ; mais au-dessous il y a quelques marnes et enfin des amas de gypse, ce qui semble indiquer qu'on se trouve là vers la limite N. du terrain pliocène. Les couches dans l'étendue de pays parcouru depuis Asti sont presque horizontales ; auprès de Moncalvo cependant elles commencent à être un peu plus inclinées, et plongent vers le S., c'est-à-dire vers le bassin du Tanaro. Mais après être descendu de cette ville, qui est située sur la crête de la colline, dans la vallée qui se trouve au N., et dans laquelle coule un affluent de la Stura, on retrouve sur la rive gauche des couches bien plus inclinées, et qui commencent à prendre un aspect différent ; en effet, au lieu des marnes caractéristiques du terrain pliocène, on a des mollasses, ou des marnes sableuses, ou des poudingues à grains plus ou moins fins, qu'on ne peut se refuser à regarder comme appartenant au terrain miocène.

Le massif des collines qu'on remonte ensuite en allant vers Ponzano et le sanctuaire de Crea et qui est, pour ainsi dire, enclavé entre la Stura de Brozzolo au N. et le vallon qui se trouve aux pieds de la ville de Moncalvo, au S., est presque tout composé de ces mollasses et de ces poudingues qui, souvent, contiennent une quantité notable de cailloux roulés de serpentine. A la montée de Ponzano, on trouve d'abord ces couches qui courent E.-S.-E., O.-N.-O., fortement inclinées vers le S.-S.-O. ; mais, après ce village, elles plongent, au contraire, vers le N.-N.-E. ; en continuant ensuite à marcher vers le N., c'est-à-dire vers le sanctuaire de Crea et la montagne de ce nom, on traverse les tranches de ces couches, qui sont presque verticales, mais qui plongent cependant vers le N.-N.-E. ; ici et précisément auprès du sanctuaire et des chapelles de Crea, au milieu d'une mollasse jaunâtre ou de poudingue à petits grains, se développent un grand nombre de concrétions calcaires, de manière que les bancs qui les contien-

nent font passage à une espèce de véritable calcaire concrétionné et compacte, presque identique avec celui de Gassino. C'est au milieu de ce calcaire qu'on retrouve des Nummulites, lesquelles sont analogues à celles de Gassino, comme elles le sont aussi à celles des environs d'Acqui et de Ponzone. On ne peut, du reste, guère douter que le massif de Crea ne soit la continuation de celui de Gassino, avec lequel il forme une zone nummulitique qui s'étend vers Ozzano et Casale dans la direction de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E., et que cette zone ne soit analogue, par sa composition et sa position, à celle que nous avons décrite au pied de l'Apennin, vers Sassello, Ponzone et Acqui, dont elle serait le représentant, mais sur la rive opposée du bassin, ou, du moins, sur les bords de quelques îlots d'une époque plus ancienne, qui se trouvaient vers l'endroit où coule actuellement le Pô, et qui sont représentés par les bancs de calcaire marneux analogue au calcaire à Fucoides, sur lesquels les couches de mollasse, liées aux couches nummulitiques, s'appuient très probablement. En effet, en descendant de Crea vers Serra-Lunga, on retrouve toujours les mollasses ordinairement presque verticales, ou bien fortement inclinées, tantôt vers le S.-S.-O., tantôt vers le N.-N.-E. ; mais, après avoir passé la Stura et se dirigeant vers Camino, qui est une des collines qui bordent immédiatement le Pô, on voit enfin ces couches incliner décidément au S.-S.-O., et, si l'on descend plus bas encore, c'est-à-dire vers le fleuve qui arrose leurs pieds, on peut croire se trouver sur des marnes dépendant du calcaire marneux à Fucoides, calcaire qu'on trouve, sans aucun doute, au-dessous des couches nummulitiques d'Ozzano, à côté de la montagne de Cuniolo, qui se trouve vis-à-vis et à l'E. de Ponte-Stura, et dont les bancs avec Fucoides paraissent, sans aucun doute, être la continuation des couches marneuses qu'on voit le long du Pô au-dessous de Camino et même non loin de Ponte-Stura, ce qui prouve que la zone nummulitique de Gassino et du Monferrat est, comme celle du pied de l'Apennin, vers Acqui, superposée aux couches de calcaire à Fucoides ou de ses représentants, c'est-à-dire que la seconde zone nummulitique repose ici aussi clairement, et assez souvent en gisement discordant, sur les assises plus récentes de la zone nummulitique du faite des Alpes et de la chaîne de l'Apennin, et que, pourtant, il y a beaucoup de données pour la regarder comme séparée et appartenant probablement, si l'on s'en rapporte à son gisement, à une époque plus récente.

Ce fait de la superposition de la seconde zone nummulitique aux schistes talqueux métamorphiques, représentants des schistes

du macigno, se reproduit encore à l'E. de la section dont nous venons de donner les détails. A Cascinelle, par exemple (fig. 2), au-dessus des schistes talqueux, on voit, près du Rio Amione et sur sa rive droite, au milieu de certains poudingues, des petits bancs de lignite, et, en passant sur la gauche de ce petit torrent, on a une suite remarquable de couches peu inclinées, contenant des Nummulites qui sont évidemment supérieures à ces lignites. Dans le bas, on a des poudingues à petits grains presque tous composés de cailloux serpentineux, puis des sables agrégés, également serpentineux, dans lesquels sont très fréquents, des Nummulites, des Peignes (*Pecten arcuatus*, Brocc.), des Clypeâstres (*Clypeaster Laganoides*, Ag.), des Echinolampes (*Echinolampas Laurillardii*, Ag.), et certaines Lunulites qui ressemblent au *Lunulites Androsaces*; puis on a encore des sables, mais plus marneux, puis de nouveau des poudingues et sables avec Nummulites, Peignes, Clypeâstres, etc., enfin, des marnes sableuses, et, au sommet, près S. Defendente, encore des sables avec de petites Nummulites, des Operculines et des traces de végétaux carbonisés.

De Cascinelle, en allant vers Cremolino, c'est-à-dire vers le N., on marche toujours sur des marnes sableuses dans lesquelles on ne trouve plus de Nummulites, si ce n'est lorsqu'on rencontre, comme à la Bruciata, quelque îlot d'une roche plus ancienne, une espèce de gneiss qui perce au milieu du terrain récent, entouré de couches nummulitiques, auxquelles succèdent de nouveau, tout à l'entour, les marnes sableuses qu'on doit regarder comme appartenant au terrain miocène. Après ces marnes on rencontre d'autres couches encore plus sableuses et qui ressemblent presque à une espèce de grès calcaire, lesquelles, près d'Orzera, dans la vallée de la Bormida et près de la Rocca-Grimalda, dans celle de l'Orba, paraissent être les dernières couches appartenant au terrain miocène véritable, tandis que plus loin les couches qui suivent et vont vers la plaine font probablement partie d'un terrain intermédiaire entre le miocène et le pliocène.

Ces superpositions de la zone nummulitique récente à des roches métamorphiques, qui appartiennent très probablement à la formation du macigno, se répètent encore, comme nous l'avons déjà indiqué, en marchant toujours vers l'E., à Lerma, à Mornèse; mais, comme les roches inférieures ont perdu leur caractère original, on pourrait objecter que ces roches ne sont pas le macigno, mais bien des roches plus anciennes, et qu'alors ces couches nummulitiques, dont nous croyons devoir faire une zone plus récente, pourraient n'être que la zone des Alpes avec des modifications mi-

néralogiques particulières; mais ce doute doit cesser lorsque l'on continue à marcher encore plus à l'E. et vers la vallée du Lemmo et celle de la Scrivia, parce que, dans ces parages, les caractères métamorphiques des roches inférieures disparaissant, on voit leur continuation n'être plus que des schistes ou argiles schisteuses avec des macigno et des calcaires à Fucoides incontestables, sur lesquels la zone nummulitique du pied de l'Apennin vient constamment s'appuyer, et très souvent en gisement discordant.

Dans la vallée du Lemmo, non loin de Voltaggio (fig. 3), au-dessus d'une espèce de schiste du macigno dont les bancs sont puissamment inclinés, on a immédiatement un banc d'un conglomérat grossier, à blocs considérables peu roulés, puis un banc de poudingue à gros grains, puis d'autres bancs de poudingue à petits grains et des sables serpentineux en couches beaucoup moins inclinées et contenant de petites Nummulites, ainsi qu'un grand nombre de fossiles qu'on retrouve aussi à Cascinelle et à Lerma. Ces couches de sables serpentineux nummulitiques plongent à peu près vers le N.-E., et sont, sans aucun doute, supérieures à d'autres poudingues, avec traces de lignite qui se trouvent plus près de Voltaggio. Si l'on continue ensuite à descendre la vallée du Lemmo, on voit toujours ces poudingues nummulitiques se lier aux mollasses du terrain miocène qui sont vers Carosio et Gavi, de manière qu'on ne peut aucunement les séparer, et, de plus, ces mêmes mollasses sont, à leur tour, après Gavi, inférieures, mais intimement liées aux marnes blanches avec gypse de Monte-Rotondo qui sont quelque chose d'intermédiaire entre le terrain miocène qu'on va quitter et le terrain pliocène qu'on retrouve enfin dans les collines qui sont plus près de la plaine, comme à Tassarolo et dont les couches s'approchent de plus en plus de l'horizontalité.

Une autre coupe, analogue à celle que nous venons d'esquisser, se présente encore sur la droite de la Scrivia, vis-à-vis d'Arquata (fig. 4), où des couches nummulitiques sont liées aux grandes masses de poudingue qu'on traverse dans les gorges étroites de Pietra-Bissara et qui reposent en gisement discordant sur les couches contournées de calcaire à Fucoides, que tout indique avoir subi d'énormes plissements avant que les mollasses et les poudingues nummulitiques se déposassent. Ici, comme dans les localités que nous avons précédemment indiquées, on passe bientôt sans interruption de la zone nummulitique aux couches miocènes des collines qui sont vis-à-vis Serravalle, et ensuite aux marnes sableuses avec fossiles mélangés de l'époque miocène et de l'époque pliocène du Tortonais et aux marnes avec gypse des mêmes loca-

tités, auxquelles viennent, à leur tour, se substituer les marnes bleues et les sables jaunes si parfaitement caractérisés comme pliocènes par leurs fossiles que l'on trouve près de Cassano et de Villaveria.

Si, de la vallée de la Scrivia, précisément de l'endroit où elle sort des hautes montagnes qui sont au sud d'Arquata, on marche vers l'E. et le N.-E. en se tenant à la limite des couches de calcaire à Fucoides et des poudingues, on trouve toujours les mêmes superpositions, c'est-à-dire qu'on voit toujours ces dernières couches, ainsi que les mollasses nummulitiques, s'appuyer en gissement discordant sur les couches calcaires; il en est ainsi à Roccalforte, à Cantalupo, dans les gorges par où la Borbera sort du bassin de Rocchetta, à Dernice, et ensuite à San-Bastiano dans la vallée du Curone, où on a trouvé, près du Rio-Miserta, comme dans les localités supérieurement indiquées, d'assez nombreuses Nummulites. Plus loin encore, vers la vallée de la Staffora et dans le groupe de hautes collines qui sont entre la vallée du Tidone et la plaine, vers Casteggio et Stradiella, on voit bien souvent les masses de poudingue rapportables à celles qui sont avec les mollasses nummulitiques reposer sur le calcaire à Fucoides et contenir très souvent, à leur base, des indices de lignite; mais on n'a pas encore indiqué qu'il y ait des Nummulites dans ces parages; il est cependant assez probable qu'en faisant des recherches un peu plus minutieuses, on retrouverait en plus d'un endroit de ces fossiles dont, au reste, il y a quelque indication dans certaines couches marno-sableuses qui recouvrent les îlots de calcaire à Fucoides, qui percent très souvent au-dessous des masses de poudingue dans les hautes collines qui se trouvent entre la vallée de la Staffora et celle du Curone, non loin de Pozzuolo del Grappa.

Après les collines qui viennent finir aux bords du Pô et qui, près de Stradella, forment une espèce de cap qu'on dirait être la limite plus extérieure à l'E. de l'ancien golfe de mer qui occupait l'espace où sont à présent les collines de Voglière et de Tortone, les plaines de Novi et d'Alexandrie et toutes les collines de l'Astésan et des Langhe, j'ai bien pu retrouver encore quelques lambeaux de poudingue analogue à celui qui est ordinairement à la base de la seconde zone nummulitique, mais je n'ai pu encore découvrir aucun fossile qui puisse clairement indiquer que ces lambeaux doivent faire partie de ce terrain; d'où il résulterait que la seconde zone nummulitique, dont nous avons jusqu'à présent parlé, se trouve particulièrement développée au pied de l'Apennin ligurien dans le rentrant que faisait la mer vers les vallées de la Scrivia et

de la Bormida et une partie de celle du Tanaco, et qu'en dehors de ce golfe et continuant toujours à longer vers l'E. le pied de cette chaîne, il n'y en a, dans le Plaisantin, que des traces douteuses, puisque, assez souvent, comme à Castel Arcuato, c'est le terrain pliocène le plus caractérisé qui est immédiatement superposé au calcaire à Fucoides.

Quoique l'espace, le long duquel nous avons suivi le terrain nummulitique dont nous avons esquissé la physionomie et indiqué des coupes détaillées, ne soit pas très considérable, il l'est cependant assez pour qu'on doive reconnaître, dans ce terrain, une formation qui a toutes les allures d'une formation indépendante et que l'on puisse dire que, outre la grande formation nummulitique des Alpes, il y en a une autre zone qui, par sa position géographique et par sa manière d'être en discordance avec les dernières couches de la première, a tous les caractères pour être regardée comme une zone tout à fait séparée d'elle et nécessairement postérieure à cette même zone nummulitique des Alpes.

Il ne reste plus qu'à voir si les fossiles qu'elle contient viennent réellement appuyer ces conclusions et si, par sa faune, elle est entièrement séparable comme elle le paraît par sa position.

Je donnerai ici la note des fossiles que j'ai retrouvés moi-même, tant dans les environs de Cascinelle que de Lerma et de Voltaggio, et que j'ai recueillis dans les couches où se trouvent les Nummulites. Je dois la détermination de la plus grande partie de ces fossiles à l'obligeance de M. Bellardi, qui a si bien étudié les fossiles de la zone nummulitique du comté de Nice.

Nummulites intermedia, d'Arch. — Cascinelle, Voltaggio, Gragnardo.

Operculina taurinensis. — Voltaggio, espèce miocène.

Cassidulus variabilis, Bellardi. — Espèce miocène qui se trouve aussi dans la colline de Turin.

Fusus abbreviatus, Lamk. — Cascinelle, espèce éocène.

Pyrula condita, Alex. Brong. — Cascinelle, espèce miocène, se trouve aussi à Superga.

Nassa flexuosa, Bron. — Cascinelle, espèce miocène, se trouve à la colline de Turin.

— *Caronis*, Alex. Brong. — Cascinelle, espèce éocène, se trouve aussi à Ronca.

Natica mamillaris, L. — Cascinelle, espèce miocène, et dans la colline de Turin.

— *cepaeca*, Lamk. — Cascinelle, espèce éocène, Paris et Nice.

Turritella strangulata, Grateloup. — Cascinelle, espèce miocène, et dans la colline de Turin.

- Pecten arcuatus*, Brocchi. — Cascinelle, Voltaggio, etc., espèce miocène.
- Pectunculus deletus*, Sow. — Cascinelle, espèce éocène.
- Pholadomya Puschii*, Goldf. — Cascinelle, espèce nummulitique de Nice.
- Ostrea Archiaci* v., Bellardi. — Cascinelle, espèce nummulitique de Nice.
- Vermetus lima*, Bellardi. — Cascinelle, espèce nummulitique de Nice.
- Pentacrinus Gastaldii*, — Lerma, espèce miocène de la colline de Turin.
- Echinolampas Laurillardii*, Agass. — Cascinelle, espèce miocène, et colline de Turin.
- Clypeaster Lagauoides*. — Cascinelle, espèce nummulitique.
- Elabellum costatum*, Bell. — Cascinelle, Lerma, espèce nummulitique de Nice.
- Astræa lobato-rotundata*, Mich. — Cascinelle, Lerma, espèce nummulitique de Nice.
- *astroites*, Mich. — Cascinelle, Lerma, espèce miocène de Turin, Bordeaux.
- *Rochettiana*?, Mich. — Cascinelle, Lerma.
- *Agariciti propinqua*?, Goldf. — Cascinelle, Lerma.
- Oculina rosca*?, Michelotti. — Cascinelle.
- Madrepora glabra*, Michelin. — Cascinelle.
- Numulites androsaccæ*. — Allioni, Cascinelle, espèce miocène de Turin.

Ces fossiles retrouvés dans les mêmes bancs où se montrent beaucoup de Nummulites qui appartiennent à la *Nummulites intermedia* et à d'autres espèces qui ne sont pas bien déterminables, quoique en trop petit nombre pour qu'on puisse en tirer une déduction bien concluante, laissent cependant déjà entrevoir un mélange considérable de fossiles miocènes au milieu de fossiles éocènes, dans une plus forte proportion que celle qu'on retrouve dans les couches nummulitiques du comté de Nice et des montagnes des Alpes maritimes et des Basses-Alpes, pour qu'on ne soupçonne pas qu'à l'époque du dépôt de la seconde zone nummulitique il n'y ait déjà eu un certain changement, graduel, dans la faune des mers où ce second dépôt nummulitique se formait, changement par lequel, à un certain nombre d'espèces éocènes, viennent s'ajouter d'autres espèces qui, ailleurs, ne se retrouvent que dans des terrains qu'on a, au moins jusqu'ici, classés parmi les miocènes.

Mais ce fait, qui pourrait encore paraître douteux si l'on n'a égard qu'au petit nombre de fossiles que j'ai recueillis moi-même

dans les environs de Cascinelle, acquiert une plus grande probabilité si l'on jette les yeux sur la liste que je vais donner de fossiles retrouvés dans la continuation de cette zone de poudingues et de mollasses vers Carcare Acqui et Millesimo, poudingues et mollasses qu'on ne peut en aucune manière séparer de ceux de Cascinelle et de Lerma, où j'ai retrouvé, ensemble avec les Nummulites les fossiles que j'ai déjà indiqués ci-dessus.

Je dois la connaissance de ces autres fossiles, en grande partie, à la bonté de M. Eugène Sismonda, qui en a fait la détermination pour le musée de Turin, et qui m'a permis d'insérer cette liste dans la présente note, comme venant à l'appui du doute que j'ai d'abord énoncé, qu'il y eût au moins un mélange, dans une assez forte proportion, d'espèces miocènes et éocènes dans la zone nummulitique du pied des Apennins.

POISSONS.

Carcharodon megalodon, Agass. — Des environs d'Acqui; on le trouve aussi dans les argiles miocènes du Monferrat et de la colline de Turin.

— *polygyrus*, Agass. — Idem, idem.

Oxyrhina De Lori, Agass. — Idem., idem.

Je possède aussi des dents appartenant à cette famille et probablement aux mêmes espèces qui proviennent de Lerma et des couches de mollasse et poudingue de la vallée de la Scrivia.

CÉPHALOPODES.

Nautilus regalis, Sow. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Londres, nummulitique de Nice.

GASTÉROPODES.

Melania costellata, Lamk. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Londres, de Paris, nummulitique de Nice, du Véronais.

Turritella incisa, Brong. — Marnes entre Dego et Carcare, espèce nummulitique du Vicentin.

— *quadraplicata*, Bast. — Poudingues des Carcare, espèce miocène de la colline de Turin.

— *imbricataria*, Lamk. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris, Londres, nummulitique de Nice et du Vicentin.

Scalaria decussata, Lamk. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Paris.

— *crispa*, Lamk. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Paris

- Natica sigaretina*, Lamk. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris, Londres; nummulitique de Nice, du Véronais, etc.
 — *crassatula*, Desh. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Paris.
- Solarium simplex*, Bronn. — Marnes des Carcare, espèce miocène des collines de Turin.
- Cypræa inflata*, Lamk. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris, Londres, nummulitique de Nice et du Vicentin.
 — *angustoma*, Desh. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris, nummulitique de Nice.
- Aucillaria obsolcta*, Brocc. — Marnes des Carcare, espèce miocène des collines de Turin.
 — *inflata*, Desh. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris.
- Pteroceras radia*, Alex. Brong. — Mollasse des Carcare, espèce nummulitique du Vicentin.
- Foluta harpata*?, Lamk. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Paris.
 — *affinis*, Brocc. — Marnes des Carcare, espèce miocène de la colline de Turin.
 — *depauperata*, Sow. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Londres.
- Fusus reticulatus*, Bell. et Mich. — Marnes des Carcare, espèce miocène de la colline de Turin.
- Pleurotoma cataphracta*, Brocc. — Carcare, espèce miocène du Piémont.
 — *labiata*, Desh. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Paris.
 — *ramosa*, Bast. — Marnes des Carcare, espèce miocène de la colline de Turin.
- Cassidaria striata*, Sow. — Marnes des Carcare, espèce éocène de Londres, nummulitique du Vicentin.
- Cerithium margaritaceum*, Brocc. — Marnes entre Dego et Carcare, espèce miocène.
 — *plicatum*, Lamk. — Marnes entre Dego et Carcare, espèce éocène.
 — *cornu-copiae*, Sow. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Londres et Paris, nummulitique de Nice.
- Dentalium grande*, Desh. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris, Belgique, nummulitique de Nice, Bayonne.

ACÉPHELES.

- Teredo Tournalii*, Leym. — Marnes et Poudingues des Carcare.
- Pholadomya Paschii*, Goldf. — Mollasse des Carcare, espèce nummulitique de Nice.
- Fucus Proserpina*, Alex. Brong. — Poudingues entre Dego et Carcare, espèce nummulitique du Vicentin.
 — *salcata*, Nyst. — Poudingues des Carcare, espèce miocène.

- Crassatella scutellaria*, Desh. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris.
- Cyclus sircua*, d'Orb. (*Cyrena Brongnartii*, Baster.) — Poudingues du Dego et Carcare, Sassello, espèce nummulitique de Ronca.
- Cardita Arduini*, Alex. Brong. — Mollasse des Carcare, espèce nummulitique du Vicentin.
- Arca lyatula*, Desh. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris.
- Pectunculus deletus*, Sow. — Cascinelle, etc., espèce éocène de Londres, Belgique.
- *angusticostatus*, Lamk. — Poudingues des Carcare, espèce éocène de Paris.
- Chama substriata?*, Desh. — Mollasse des Carcare, espèce éocène de Paris.
- Pecten burdigalensis?*, Lamk. — Macigno, mollasse inférieure au calcaire nummulitique du Ravanasco, bains d'Acqui; espèce miocène de Bordeaux.
- *Thorenti*, d'Archiac. — Poudingues des Carcare, espèce nummulitique de Nice.
- *arcuatus*, Brocc. — Cascinelle, etc., espèce miocène des collines de Turin.
- Spondylus asperatus*, Munster. — Poudingues des Carcare, espèce nummulitique de Nice.
- *rarispira?*, Desh. — Poudingues du Dego, espèce éocène de Paris, nummulitique de Nice, Égypte.
- Ostræa orbicularis*, Sow. — Poudingues des Carcare, espèce nummulitique de Nice.
- *Archiaci*, Bellardi. — Poudingues des Carcare, espèce nummulitique de Nice.
- *gigantica*, Brander. — Mollasse du vallon Verazza près d'Acqui, espèce éocène de Paris, Londres.

ÉCHINIDES.

- Clypeaster Laganoides*, Agass. — Poudingues des Carcare, espèce nummulitique.
- Echinolampas Laurillardii*, Agass. — Poudingues des Carcare, espèce miocène des collines de Turin.

FORAMINIFÈRES.

- Nummulites intermedia*, d'Archiac. — Roche arénacée de Gronardo, du Dego, etc., espèce de Nice, du Véronais, du Vicentin.

ZOOPHYTES.

- Turbinolia exarata*, Michelin. — Mollasse des Carcare, espèce nummulitique de Nice.

- *praelonga*, Michelotti. — Poudingues des Carcare, espèce miocène de Turin.
- Flabellum costatum*, Bellardi. — Poudingues du Dego, espèce nummulitique de Nice, des Corbières.
- Lobophyllia contorta*, Michelin. — Poudingues du Dego, des Carcare; espèce miocène du Piémont.
- Gemmipora cyathiformis*, Blainv. — Poudingues du Dego, espèce miocène de Dax.
- Anthophyllum detritum*, Michelin. — Poudingues du Dego, espèce miocène des collines de Turin.
- Astraea lobato-rotundata*, Michelin. — Dego, espèce nummulitique du Véronais.
- *astroites*, Blainville. — Poudingues du Dego, espèce miocène de Turin, Bordeaux, etc.
- Meandrina profunda*, Michelin. — Poudingues du Dego, espèce miocène du Piémont.
- Madrepora glabra*, Goldf. — Poudingues du Dego, espèce miocène de Turin.

On a retrouvé aussi, selon M. Eugène Sismonda, quelques traces de *Eucoides Targionii* dans la mollasse supérieure au calcaire nummulitique près Acqui.

Si l'on examine cette seconde note de fossiles, on voit que la proportion entre les fossiles du terrain miocène et ceux du terrain éocène est à peu près la même que dans la première note, d'où l'on peut bien déduire que les terrains des environs de Carcare et du Dego, dont les fossiles ont été examinés par M. Sismonda, sont identiques avec ceux de Cascinelle que je viens de décrire.

Ce fait, au reste, ne pouvait avoir aucun doute pour moi, car le gisement et la constitution minéralogique des deux terrains présentent de frappantes analogies, et l'on ne peut se refuser à croire que les uns ne soient la suite des autres, c'est-à-dire que les terrains de Carcare et du Dego n'appartiennent à la même zone que ceux de Cascinelle et de Lerma, où nous avons signalé des Nummulites mêlées avec un certain nombre de fossiles miocènes et éocènes, et dans une position différente de celle qu'occupe la zone nummulitique plus ancienne, c'est-à-dire celle des Alpes.

Or, ce mélange de fossiles de deux époques différentes, mais cependant assez rapprochées, accompagné de circonstances remarquables de dislocation et de soulèvement dans les couches qui le contiennent, laisse une certaine perplexité dans la détermination des terrains où on l'observe. Car, si l'on s'en tient simplement aux fossiles, on pourrait de préférence regarder ces bancs nummulitiques comme appartenant encore à la partie plus récente du

terrain éocène, auquel appartient la zone nummulitique inférieure aux macignos et aux calcaires à *Fucoïdes*, puisqu'il paraît que la proportion des fossiles est un peu plus forte en faveur du terrain éocène que du terrain miocène, tandis que si, au contraire, on tient compte des accidents du sol, des soulèvements et des changements minéralogiques, on sera de préférence porté à regarder cette seconde zone nummulitique du pied des Apennins comme faisant partie du terrain miocène, dont elle occuperait la partie inférieure, puisque ses couches passent supérieurement et sans interruption aux couches bien déterminées du terrain miocène dont elles contiennent déjà un grand nombre de fossiles, tandis qu'elles sont séparées par de fortes dislocations des couches du terrain éocène bien caractérisé, c'est-à-dire des couches du macigno et du calcaire à *Fucoïdes*, qui reposent en gisement concordant sur la zone nummulitique plus ancienne, c'est-à-dire sur celle des Alpes et du comté de Nice qu'on rapporte à présent au terrain éocène.

Dans le doute à quelle opinion on doit donner la préférence, quoique je sois disposé à adopter plutôt la seconde, je m'abstiendrai de me prononcer décidément sur cette question. Je dirai seulement que, dans l'Apennin Ligurien, il y a eu vers la fin de l'époque éocène de grands mouvements de dislocation accompagnés d'éruptions serpentineuses, que ces mouvements n'ont pas détruit cependant totalement la faune précédente, puisque les couches, déposées très probablement après ces révolutions, contiennent encore beaucoup de fossiles de l'époque précédente, et que seulement cette faune s'est modifiée peut-être par la disparition de quelques espèces, mais plus encore par la survenance de nouveaux êtres qui, peu à peu, ont pris le dessus et sont venus former la faune du terrain miocène, dont les couches ne sont séparées de celles de la seconde zone nummulitique par aucune dislocation et par aucun gisement discordant, comme elles ne sont successivement distinctes des couches du terrain pliocène que par une différence d'inclinaison qui s'approche graduellement de l'horizontalité dans le terrain pliocène, et par de nouveaux animaux survenus, de manière qu'on pourrait dire que dans les terrains du pied des Apennins on passe d'une faune mélangée des terrains éocène et miocène à celle de ce dernier terrain, comme on passe ensuite de celle-ci à celle du terrain pliocène par un mélange de fossiles appartenant à l'une et à l'autre, sans qu'on puisse remarquer de fortes dislocations dans les couches qui les contiennent, tandis qu'au contraire de bien forts bouleversements

doivent s'être interposés entre le dépôt des couches du calcaire à Fucoides et celui de la seconde zone nummulitique du pied de l'Apennin, où l'on observe ce mélange assez remarquable de fossiles éocènes et miocènes.

M. Coquand présente la communication suivante :

Mon intention n'est pas d'engager de nouveau la discussion sur la place qu'occupent les sables et les argiles ferrifères dans la série des terrains tertiaires sur le plateau central, et notamment dans les départements qui font partie de l'ancienne Aquitaine, et dans ceux de la Charente, du Lot, de l'Aveyron et du Tarn. On sait que je faisais *tertiaires pliocènes*, les fers géodiques d'Éibot, de Fernel, et les fers pisolitiques de la Charente, tandis que M. Raulin les considérait comme étant *éocènes*.

J'ai eu l'occasion de retourner l'année dernière dans la Charente, dans le Lot, l'Aveyron et le Tarn, et d'étudier la question avec d'autant plus de soin que mon opinion était en désaccord avec celle de mon savant collègue. J'ai dû persister dans mon premier sentiment qu'ont corroboré encore les deux nouveaux faits suivants.

Entre Parson et Médillac (Charente), on a exploité sur une très grande échelle les sables tertiaires pour le service du chemin de fer. On y a découvert une fort belle défense et des fragments de molaire d'un *Mastodonte*, que j'ai comparées aux molaire trouvées dans les minerais de fer en grains d'Autrey et de Pesmes (Haute-Saône), et que j'ai trouvées identiques. Ces ossements appartiennent donc au *M. Borsoni* qui est de date pliocène. Or M. Raulin reconnaît aux argiles ferrifères de la Haute-Saône la même position qu'occupent les sables de la vallée d'Arno qui renferment le *M. Borsoni* ; il les fait sabapennines. C'est qu'effectivement à la Vaire, près de Sevreux, entre la Saône et le Doubs, on voit très clairement les minerais en grains combler des poches, et se modeler sur le calcaire miocène à Planorbes et à Lymnées, qui avait éprouvé des dégradations profondes avant l'invasion des lacs pliocènes. La coexistence du même *Mastodonte* dans la Charente, dans la Franche-Comté et en Italie, implique la contemporanéité des dépôts qui en contiennent les débris. Dans tous les cas, M. Raulin ne me paraît plus autorisé à considérer les sables ferrugineux superficiels des Deux-Charentes comme éocènes. A notre avis, ils ne peuvent être séparés des dépôts sablo-ferrugi-

neux de Saint-Saturnin-des-Bois, près de Surgères, de Mazeray et de Saint-Denis (Charente-Inférieure), que M. Manès regarde avec raison comme pliocènes. On a exploité des minerais en grains dans la première de ces localités. M. Raulin, au surplus, est du même sentiment que M. Manès relativement à l'âge du gisement de Saint-Denis, puisque le fer hydraté y repose sur un falun qu'il rapporte lui-même au falun de Gallet qui est subapennin. Il était surabondamment démontré à mes yeux que, dans le département de la Charente, les dépôts sablo-ferrugineux forment un tout indivisible, presque continu, qu'ils ne sont jamais recouverts, et qu'ils ne doivent pas être assimilés aux minerais en grains de la Franche-Comté. Nos conclusions ont été confirmées l'année dernière par la découverte du *Mastodon Barsoni*.

Dans le département du Tarn et sur la bande contiguë de celui de l'Aveyron, notamment entre Castres, Carmeaux et Alby, des argiles rouges, sur l'âge desquelles je n'ai point à me prononcer, supportent des calcaires lacustres blancs avec *Lymnées* et *Planorbis*, qui sont miocènes. Ces argiles, près de Privezac (Aveyron), contiennent quelques grains de fer pisolitique; elles se montrent sur d'autres points à Peyremale, près de Tournbac, sur les bords du Lot où elles reposent directement sur le granite. Au-dessus de Tournbac, en se dirigeant sur Asprières, on retrouve le calcaire blanc lacustre à *Lymnées* supérieur aux argiles, et qui est si bien développé entre Carmeaux et Alby. Or ce calcaire miocène est recouvert en discordance de stratification par des grès et des sables riches en fer géodique, pisolitique et en hématites rayonnées. Ainsi qu'on le remarque dans la Haute-Saône et dans la Côte-d'Or, le calcaire était dénudé et raviné antérieurement aux dépôts ferrifères, car les fissures, les cavités dont il est traversé sont entièrement remplies par ces derniers. Ces dépôts superficiels, à couleur rouge, qu'il ne faut pas confondre avec les argiles de nuance amarante, mais inférieures aux calcaires miocènes, se lient par des jalons très rapprochés aux gisements de Montbrun, de Salvagnac, de Saint-Cirq, de Solliès, de Catus, de Duravel et de Libos que j'avais précédemment décrits, qui présentent les mêmes variétés de minerais de fer, et dont la position est la même qu'à Asprodres; ils sont donc pliocènes.

J'ignore si les argiles rouges inférieures au calcaire lacustre, et qui, à Privezac et à Campolibat, contiennent du fer hydraté pisolitique, renferment ailleurs des amas exploitables de cette substance, ce qui pourrait très bien se vérifier. Dans ce cas, il ne faudrait pas moins les distinguer des dépôts superficiels à *Mastodon*

Borsoni, de la même manière qu'on n'a jamais confondu les minerais liasiques de la Verpillière et de Villeboise avec les minerais de l'oolite inférieure d'Ougney (Doubs), ou avec les minerais oxfordiens de Châtillon-sur-Seine.

Séance du 16 avril 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, 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. le docteur LEROY DESBARRES, à Saint-Denis (Seine), présenté par MM. le docteur Haguette et Angelot.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des Savants*; mars 1855.

De la part de M. J. Fournet, *Des terrains houillers* (suite); in-8, feuil. 13-19.— *Appendice aux aperçus concernant l'extension des terrains houillers de la France*; in-8, feuil. 1-7.

De la part de M. Henri Lecoq, *Études sur la géographie botanique de l'Europe, et, en particulier, sur la végétation du plateau central de la France*; t. II et III; in-8. Paris, 1854; chez J.-B. Baillière.

De la part de Sir Charles Lyell, *A Manual of elementary geology*; in-8, 655 p., 5^e édit. Londres, 1855; chez John Murray.

De la part de M. Meugy, *Sur les caractères des terrains de craie dans les départements du Nord, de l'Aisne et des Ardennes* (Extr. du *Bulletin de la Société géologique de France*; 2^e sér., t. XII, p. 54); in-8, 13 p.

De la part de M. Constant Prévost :

1^o *Physique du globe. Synchronisme de divers états météoro-*

rologiques observés à la surface de la France dans un moment donné (Extr. de l'Institut; 1855, n° 1110j; in-8, 4 p.

2° *Annnonce de la découverte d'un Oiseau fossile de taille gigantesque, trouvé à la partie inférieure de l'argile plastique des terrains parisiens* (Extr. des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, t. XL, séance du 12 mars 1855); in-4, 10 p.

3° *Nouveaux documents sur le gisement du Gastornis parisiensis, et considérations générales sur les vestiges laissés par des oiseaux dans les terrains des divers âges* (Extr. des mêmes Comptes rendus, t. XL, séance du 19 mars 1855); in-4, 4 p.

4° *Remarques à l'occasion du procès-verbal de la séance du 19 mars 1855* (Extr. des mêmes Comptes rendus, t. XL, séance du 26 mars 1855); in-4, 3 p.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1855, 1^{er} semestre, t. XL, nos 14 et 15.

Annales des mines, 5^e sér., t. V, 3^e et 4^e livrais. de 1854.

Annuaire de la Société météorologique de France; t. III, 1855, 2^e partie. Bulletin des séances, f. 4-5.

L'Institut; 1855, nos 1109 et 1110.

Mémoires de la Société d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube; t. V, 2^e série, nos 31 et 32, 3^e et 4^e trimestres de 1854.

Précis analytiques des travaux de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Rouen, pendant l'année 1853-1854.

Report of the twenty-third meeting of the british association for the advancement of science, held at Hall in september 1854; in-8, 212-143 p., 3 pl. London, 1854; chez John Murray.

The Athenæum; 1855, nos 1432 et 1433.

Revista minera; 1855, n° 117.

The American journal of science and arts, by Silliman; vol. XIX, march 1855, n° 56.

M. le Président propose au nom du Conseil, qu'une séance supplémentaire ait lieu le 23 avril, quatrième lundi du mois. Cette proposition est adoptée.

M. le Président propose au nom du Conseil que la Société géologique tienne sa session extraordinaire de cette année dans une localité des environs de Paris, du 2 au 9 septembre. M. le Président invite les membres à préparer les observations qu'ils pourraient avoir à faire sur ce sujet.

M. le Président annonce le perte de deux des membres les plus illustres de la Société: M. Greenough et M. de La Bèche. Il rappelle, en quelques mots, les titres que ces naturalistes célèbres avaient justement conquis à l'estime de tous les géologues.

Le Secrétaire lit la lettre suivante de M. Lassaing, ex-professeur de chimie à l'École impériale d'Alfort.

Paris, 16 avril 1855.

Monsieur le Président,

J'ai été curieux de vérifier jusqu'à quel point était exact et pratique le procédé récemment proposé par M. Delanoue pour l'essai des calcaires; et j'ai l'honneur de vous faire part des résultats que j'ai obtenus, présumant que cela peut vous intéresser.

J'ai employé, non l'eau régale que l'on indique, mais l'acide nitrique étendu d'eau, qui m'a réussi tout aussi bien.

J'ai dissous dans un tube un gramme seulement de la roche pulvérisée. J'ai saturé avec un excès du même calcaire en poudre fine, en faisant bouillir à la flamme d'une bougie. J'ai filtré, et je me suis assuré qu'il ne restait plus dans la liqueur ni fer ni alumine. Un excès d'eau de chaux a séparé alors toute la magnésie en flocons blancs. Ce précipité devenait brunâtre par l'agitation ou par un repos de quelques heures, lorsqu'il contenait du manganèse.

C'est ainsi que j'ai obtenu les estimations *très approximatives* qui suivent:

Designation des roches.	Magnésie.	Manganèse.
Stalactites de Sainte-Catherine (Rouen).	traces	0,00
Marbre blanc statuaire.	millièmes	0,00
Castine A (calcaire lithographique). . .	0,01 à 0,02	0,00
Dépôt de l'eau du canal de l'Ourcq. . .	millièmes	0,00
Castine B, brunâtre, ferrugineuse. . . .	millième	0,01
Calcaire de Saint-Bernin, étiqueté <i>dolomine caverneuse</i> dans un cabinet de minéralogie.	0,02 à 0,04	0,00

J'ai séparé le manganèse de la castine B, pour vérifier aussi l'évaluation que j'en avais faite à simple vue. J'ai remarqué que la présence de la magnésie retardait la coloration du manganèse.

Si je ne craignais pas de compliquer l'opération, je proposerais, dans ce cas, de consacrer la moitié de la liqueur à la précipitation à part du manganèse au moyen de quelques gouttes de cyanure jaune ou de sulfhydrate ammoniac.

Le procédé en question n'indique point la présence des phosphates, et il n'apprend rien de bien nouveau aux chimistes ; mais il peut être utile aux géologues pour leur faire reconnaître de suite, et bien positivement, si une roche contient point, peu ou beaucoup de magnésie et de manganèse. Il n'exige que quelques minutes, et sa simplicité le met à la portée des personnes les moins exercées aux manipulations chimiques.

M. Laugel présente la note suivante :

Extrait d'un Rapport de M. Charles Lyell sur la partie géologique de l'Exposition de New-York, en 1853, par M. A. Laugel.

Géologie générale des États-Unis.

De l'extrémité nord-est des États-Unis et dans la direction du sud-ouest, jusque vers le golfe du Mexique, s'étend comme une ceinture une contrée haute et montagneuse, plus ou moins fracturée, qui s'élève parfois à plus de 6000 pieds au-dessus du niveau de la mer. Sur toute sa longueur elle présente les traces évidentes d'un soulèvement qui s'est opéré parallèlement à la direction que suit la chaîne. Cette région occupe à peu près toute la surface de la Nouvelle-Angleterre, et ses découpures présentent d'excellents abris aux vaisseaux tout le long des côtes. La chaîne traverse l'État de New-York sous le nom de *high lands*, et s'écarte graduellement de la côte en avançant vers le sud, et en laissant ainsi une ceinture de formations plus récentes de plus en plus large entre son versant et l'Atlantique. Les États-Unis sont limités au nord par le cours du Saint-Laurent et les grands lacs ; mais nous n'avons qu'à dépasser un peu cette limite pour rencontrer une chaîne de montagnes qui court parallèlement au Saint-Laurent, jusqu'au lieu où il prend sa source dans le lac Ontario ; elle se dirige ensuite vers l'ouest, et pénétrant en quelques endroits au delà des

ruptions, jusqu'aux Montagnes-Rocheuses. Cette dernière chaîne a une direction générale vers le sud, et atteint les limites méridionales des États-Unis vers le 105° degré de longitude. Le grand bassin ou plutôt la plaine qui est entourée par ces rangées de montagnes, et qui s'ouvre au sud sur le golfe du Mexique, est, sauf de rares exceptions, occupé par des couches stratifiées qui n'ont subi aucun dérangement et qui ne présentent, dans leur longue étendue, que de légères déviations de leur position primitivement horizontale. A l'ouest de la grande chaîne de l'est ou chaîne appalachienne, nous trouvons une vaste étendue de formations anciennes, depuis les terrains primitifs jusqu'au terrain carbonifère. Ces formations s'étendent, dans leur plus grande largeur, de la vallée de l'Hudson jusqu'au delà des *Council Bluffs* sur le Missouri, ce qui répond à 22° de longitude. Plus au midi, leur largeur est considérablement réduite, et elles se terminent par une ligne continue au nord de l'État d'Alabama. Du nord au sud, elles s'étendent sans interruption sur près de 15° de latitude, soit, depuis le bord méridional du lac Supérieur, latitude 47° 50' à la latitude 33°. En ne tenant pas compte de petits lambeaux qui ne se rattachent pas directement à cette grande plaine, on voit quelle immense étendue est remplie, aux États-Unis, par les formations paléozoïques. Dans ce vaste territoire, il ne sera pas superflu de remarquer que près de la moitié de l'espace total est occupée par les couches de houille de la période carbonifère.

Le terrain crétacé et les terrains tertiaires bordent le versant oriental de la chaîne appalachienne, et forment une large ceinture, ou plutôt un plateau, le long de la côte de l'Atlantique et du golfe du Mexique. Ces formations pénètrent dans le Texas, puis, se dirigeant vers le nord, forment une vaste zone entre la limite occidentale des formations paléozoïques et les Montagnes-Rocheuses.

On voit quelle simplicité présentent les traits généraux de cette vaste contrée, dont la description détaillée exigerait néanmoins des volumes.

Au milieu de la formation crétacée du Texas s'élève une montagne isolée, formée par des roches primitives ou métamorphiques, entourée par des roches de l'âge paléozoïque (voyez Roemer, *Terrain crétacé du Texas*). On trouve dans l'Arkansas une bande étendue qui présente les mêmes caractères, près de la jonction des terrains paléozoïques et crétacés; et le Missouri nous offre de même, au milieu des couches siluriennes et carbonifères, des montagnes de roches anciennes métamorphiques.

Les limites que nous venons de tracer et la nature des formations géologiques qu'elles embrassent peuvent servir à déterminer les ressources que présentent les divers États, soit à l'agriculture, soit à l'industrie minérale.

Quand on considère la barrière montagneuse qui borde vers l'est la grande plaine centrale et occidentale, il ne faut point s'imaginer qu'on ne puisse y parvenir qu'à l'aide de routes difficiles, ni que la contrée qui s'étend à l'ouest présente une surface dont la monotonie n'est jamais interrompue. Presque toute la frontière septentrionale est occupée par une suite de grands lacs, où les plus grands bateaux à vapeurs et vaisseaux peuvent naviguer, et qui présentent, seulement dans les États-Unis, une ligne de côtes de près de 3000 milles de longueur (sans parler de plus petites baies et de petites rivières qui communiquent avec eux). La jonction établie avec ces lacs et avec l'Atlantique rend les relations entre la côte et les contrées éloignées de l'intérieur aussi faciles qu'entre des villes maritimes qui seraient situées à la même distance. Les portions occidentales et centrales de cette grande surface sont traversées par des rivières navigables, dont les larges embouchures au sud, sur le golfe du Mexique, semblent appeler à elles le commerce et la navigation. Au N.-E. les bassins de ces rivières sont reliés par des canaux à ceux des grands lacs, et de nombreux chemins de fer traversent tout le territoire à l'est du Mississippi, et doivent s'étendre bientôt jusqu'aux Montagnes-Rocheuses.

On concevra aisément que, si l'on veut se rendre compte des ressources industrielles d'un pays si étendu et si nouveau, on acquerra une idée plus juste de sa richesse en étudiant ses principaux caractères physiques et géologiques, qu'en examinant dans une exposition des collections de roches et de minerais.

On peut énumérer dans l'ordre suivant les formations géologiques des États-Unis, en omettant, bien entendu, les subdivisions dont on trouvera le détail dans les rapports géologiques des divers États.

Alluvions et drift.

Terrains tertiaires.

Terrain crétacé.

Terrain jurassique.

New red sandstone (trias?).

Couches de houille.

Calcaire carbonifère et autres couches inférieures à la houille.

Old red sandstone ou terrain dévonien.

Silurien supérieur.

Silurien inférieur.

Roches cristallines ou métamorphiques de la chaîne appalachienne, appartenant à la période paléozoïque.

Roches anciennes, métamorphiques ou cristallines.

Roches trappéennes.

Alluvions et drift.

Les dépôts superficiels qu'on rapporte au drift sont distribués sur presque toute l'étendue des États-Unis. Ils sont ordinairement caractérisés par la présence de grands blocs erratiques; mais, dans beaucoup de cas, ils manquent ou restent invisibles, sur de larges étendues où la contrée est recouverte par une puissante couche de matériaux remaniés par les eaux. Dans les régions montagneuses le dépôt superficiel, reposant près des roches anciennes, ne présente aucune stratification, et des fragments de toute dimension, plus ou moins usés, sont confusément assemblés, tandis que, dans une grande partie de la vaste plaine qui s'étend à l'ouest des Alleghanys, le dépôt est stratifié plus ou moins régulièrement, et il s'y est opéré une sorte de séparation entre les éléments.

Partout des matériaux de transport couvrent la surface des roches anciennes sous-jacentes. Dans toutes les localités les formations anciennes présentent les traces évidentes d'une puissante action érosive, et dans le nord des États-Unis où les blocs erratiques sont abondants, comme dans le sud où les matériaux sont moins volumineux, les résultats sont d'une nature semblable et semblent devoir être rapportés à l'action d'un agent commun.

En règle générale, dans les États du nord et du centre de l'Union, le caractère de ce drift dépend de la nature des couches immédiatement sous-jacentes, ou situées plus au N. à une petite distance. Bien que des blocs erratiques provenant des montagnes du nord puissent être observés à 100 ou 200 milles de leur origine, on ne peut néanmoins supposer qu'une proportion considérable de la masse superficielle ait subi un transport aussi considérable. Ce n'est que le long de quelques vallées ou thalwegs que de grandes quantités de matériaux usés par les eaux ont été transportés vers le sud. La surface qu'ils occupent est petite, quand on la compare à celle qui est recouverte par des matériaux qui sont en relation avec des roches très voisines. Ce dépôt superficiel, quand il n'a pas été dérangé et qu'il repose sur les roches anciennes qui en ont fourni les éléments, contient ordinairement une grande quantité de matériaux grossiers; des changements ultérieurs, produits par des courants plus ou moins violents, ont modifié leur

conditions primitives, séparé les éléments et opéré parmi eux une stratification régulière.

Durant une période encore plus récente, des eaux ont séjourné dans les petites dépressions de la formation; une riche végétation a pris naissance, et les débris de sa décomposition ont été conservés dans des marécages avec des os d'animaux, des coquilles et autres débris fossiles. Les eaux marines ont aussi envahi la formation et déposé du sable, de l'argile et des débris organiques qui se sont mélangés avec les matériaux accumulés du drift.

Formations tertiaires.

Les formations tertiaires proprement dites consistent en couches marines, littorales et lacustres, argiles de toute espèce, lits calcaires et arénacés, et mélanges divers des matériaux précédents. Ces couches, qui contiennent des débris nombreux de coquilles, de polypiers, etc., de plantes et d'animaux terrestres, et de coquilles d'eau douce, sont très développées aux États-Unis. Elles commencent à l'extrémité N.-E. du Maine, en y comprenant le dépôt de la vallée du lac Champlain et du Saint-Laurent; elles s'étendent ensuite au S.-O. et prennent leurs caractères les mieux définis dans le New-York, puis, se prolongeant au S. et au S.-O., occupent la zone qui s'étend entre l'Atlantique et le pied des montagnes. Les mêmes formations continuent à se développer au S. et à l'O., et, s'infléchissant au pied méridional des Highlands, s'étendent au loin sur la partie sud de la Géorgie, de l'Alabama, du Mississippi, et sur une grande étendue de la Louisiane et du Texas, tout le long du golfe du Mexique. Au nord du Texas, les formations tertiaires suivent la base des Montagnes-Rocheuses, et forment une large ceinture, bordée des deux côtés par le terrain crétacé. Les dépôts tertiaires atteignent même les sources du Missouri et se perdent dans les interminables prairies connues sous le nom des *Mauvaises Terres*.

A l'O. des Montagnes-Rocheuses, entre cette région et la Sierra Nevada, le capitaine Fremont et le capitaine Strausbury ont trouvé des fossiles tertiaires dans des localités très éloignées, ce qui permet de croire que cette formation est largement développée dans cette partie du continent.

Les dépôts tertiaires sont également très étendus sur les côtes occidentales, ainsi que Dana et d'autres nous l'ont appris (voyez *Exploration des États-Unis, Géologie*, par T.-D. Dana), mais on n'y a pas encore étudié la formation avec détail.

Terrain crétacé.

Le terrain crétacé, dans la partie occidentale des États-Unis, apparaît d'abord dans l'État de New-Jersey, où on l'a reconnu depuis longtemps et où les fossiles les plus caractéristiques de la craie ont été découverts par M. Morton. Il occupe une large étendue dans le New-Jersey et dans le Delaware; en suivant les sinuosités du terrain tertiaire, il apparaît à divers intervalles dans la Virginie, la Caroline du Nord et du Sud, où les dénudations du terrain tertiaire l'ont mis au jour. Il traverse ensuite le nord de la Géorgie, le centre de l'Alabama, le Mississippi, et se dirige vers le nord, le long des roches paléozoïques, jusqu'au point où l'Ohio entre dans l'État d'Illinois; de là il s'étend à l'ouest du Mississippi en suivant la direction des couches paléozoïques, traverse l'Arkansas, et prend une grande largeur dans le Texas. Dans leur étendue totale, les dépôts crétacés occupent, du N. au S., plus de 22 degrés, depuis le tropique du Cancer jusqu'au 48^e degré de latitude N.

Terrain jurassique.

Les formations qui appartiennent à ce terrain et qui ont été reconnues jusqu'ici forment une ceinture de 40 à 42 milles de largeur et de 50 milles de longueur, à l'O. de Richmond (Virginie), et peuvent être comprises sous le nom de bassin de Chesterfield. Le bassin de la Rivière-Profonde, dans la Caroline du Nord, est d'une nature semblable et s'étend, sauf quelques interruptions, presque à travers tout cet État. Ces deux bassins doivent être considérés comme les parties séparées d'une seule et même formation (1). C'est là jusqu'aujourd'hui le seul groupe géologique que l'étude des fossiles ait autorisé à ranger avec certitude dans le terrain jurassique aux États-Unis.

Cette formation repose sur le gneiss ou le granite, et les poulingues et grès de la série ont été formés par les matériaux cimentés de ces roches anciennes. Plus haut, la roche prend les caractères d'un schiste micacé, qui, dans ses portions supérieures, devient très argileux.

(1) La question de l'âge de la ceinture non interrompue qui s'étend à l'O. et suit la formation de New-Jersey et celle des terrains de la vallée du Connecticut ne sont pas encore résolues.

Nouveau grès rouge, schistes et conglomérats.

Les conglomérats, grès et dépôts schisteux si bien connus, de la vallée du Connecticut, dans le Massachusetts et le Connecticut, et le long de la vallée de l'Hudson et qui traversent le New-Jersey, la Pennsylvanie, la Virginie et la Caroline du Nord, ont été ordinairement rapportés au nouveau grès rouge ou à la période du trias. Dans les deux États que nous venons de mentionner, les dépôts que nous considérons reposent dans des dépressions ou bassins isolés à l'O. de ceux que nous avons décrits, et en diffèrent par des caractères plutôt négatifs que positifs.

Cette formation a une grande largeur dans le New-Jersey et la Pennsylvanie, et diminue graduellement vers le S.-O. ; elle ne forme plus, dans le Maryland et le nord de la Virginie, qu'une zone étroite, dont la continuité est interrompue dans ce dernier État. Ces bassins isolés sont rangés sur la même ligne que cette ceinture, et n'en sont, sans aucun doute, que des prolongements.

Dans la vallée du Connecticut, on trouve cette formation sur une longueur de 100 milles et une largeur de 19 à 20 milles. C'est dans cette vallée qu'elle a été étudiée avec le plus de soin et qu'on a trouvé la plus grande partie des fossiles les plus caractéristiques. Les restes organiques consistent en plantes fossiles du genre *Voltzia* et autres, en nombreux poissons fossiles ; on y trouve aussi des empreintes de pas, dont la plupart paraissent devoir être rapportés à des oiseaux, et quelques-uns à des quadrupèdes.

Terrain houiller.

La série de dépôts sédimentaires qui constitue ce qu'on nomme généralement le terrain houiller, présente, aux États-Unis, les mêmes caractères qu'en Europe. À la base, on trouve ordinairement un grès grossier ou conglomérat, à cailloux de quartz. En quelques parties cette roche manque et ce sont des couches schisteuses avec charbon qui reposent sur le calcaire inférieur. Les couches suivantes consistent en grès à grain plus ou moins fin, parfois en conglomérats ou grès d'une nature analogue, calcaire, houille, argiles réfractaires. L'épaisseur énorme de cette formation en quelques points est réellement étonnante, et l'on demeure confondu en songeant aux changements qui ont été nécessaires pour produire la succession de couches d'une nature si distincte et d'une pareille puissance.

La grande formation carbonifère des États-Unis constitue l'un de ces traits géologiques les plus frappants, en même temps qu'elle se rattache aux conditions économiques de l'ordre le plus important. La région carbonifère de l'E. des Alleghanys se prolonge depuis la limite extrême N. de la Pennsylvanie jusqu'au centre de l'Alabama; sa longueur est de plus de 750 milles, et sa largeur maximum dépasse 180 milles, sans compter les bassins anthraciteux qui forment des îlots le long du bord oriental de cette vaste surface, évaluée par M. H.-D. Rogers à près de 63000 milles carrés.

Le grand district occidental, ou, comme on l'appelle généralement, le district de l'Illinois, occupe la plus grande partie de l'État de l'Illinois, ainsi qu'une portion de l'Indiana et du Kentucky. Les derniers travaux du docteur D.-D. O. en ont fait voir qu'il s'étend plus loin dans l'Iowa et le Missouri qu'on ne l'avait supposé auparavant.

Il est vrai que sa partie située à l'O. du Mississippi n'est pas seulement séparée de la partie orientale ou district de l'Illinois par le cours du fleuve; celui-ci, en effet, coule le long d'une douce ligne anticlinale, dont l'élévation a contribué à séparer les deux portions de la région carbonifère de l'ouest.

Cette portion, située dans l'Iowa et le Missouri, occupe un espace dont la partie qui est à l'E. du Mississippi n'égale que les deux tiers. Suivant l'opinion de M. Hall et d'autres géologues marquants, ce district houiller s'étend beaucoup plus loin vers le S.-O. que les limites aujourd'hui encore restreintes des explorations géologiques faites avec soin, bien qu'il ne dépasse point sans doute la parallèle des régions siluriennes et métamorphiques qu'on rencontre au S. du Missouri.

Sa plus grande étendue du S.-E. au N.-O. ou des sources de la Rivière-Verte, en Kentucky, à sa limite N. sur la rivière des Moines, dans l'Iowa, est de plus de 550 milles; sa largeur maximum à travers l'Illinois et le Missouri, dans la direction E.-O., est de plus de 400 milles; et l'on peut compter 300 milles depuis sa limite septentrionale dans l'Iowa à ses limites actuelles méridionales sur la Rivière-Osage. Cette région de l'ouest, en y comprenant les deux côtés du Mississippi, a donc une plus grande superficie que celle qui est située à l'E. de la chaîne appalachienne. La portion seule qui est à l'E. du Mississippi est presque aussi grande que cette dernière, et celle qui est à l'O. la dépasse de plus de moitié.

Plus loin, vers le S., on sait qu'il existe un bassin houiller

d'une étendue considérable dans l'Arkansas. Il est probable que dans l'origine il était dans le prolongement de celui de l'Iowa et du Missouri, et qu'il en a été séparé depuis par le soulèvement d'une ceinture de roches métamorphiques; peut-être aussi ces chaînes déjà soulevées formaient-elles une île allongée dans la mer, où se sont déposées les couches de la formation carbonifère. On connaît plus loin encore, au S. et à l'O., d'autres petits bassins, isolés ou en relation avec le bassin principal; on a retrouvé d'ailleurs la grande couche inférieure du calcaire carbonifère dans le Nouveau-Mexique et plus au N., en certains points, le long des Montagnes-Rochieuses. On peut donc en inférer qu'on retrouvera les couches de houille, sinon sur toute l'étendue, au moins par intervalles et dans des bassins isolés de cette vaste surface. En outre, il existe, dans le Michigan, un petit district jusqu'ici improductif, qui ne semble pas tirer aujourd'hui profit de sa position dans une plaine basse. Sa position géographique lui donne cependant de grands avantages: il est situé au-dessus du niveau des eaux navigables du lac Huron, et est plus accessible au mouvement commercial des grands lacs qu'aucun autre bassin houiller. On n'a encore aujourd'hui que trop peu de renseignements précis pour être à même de juger de l'importance que lui prépare l'avenir.

On trouve aussi dans le Rhode-Island et le Massachusetts, sur une petite étendue, des couches de houille qui n'ont subi presque aucune altération (1).

En étudiant la position relative de ces couches et de celles de la Nouvelle-Écosse en connexion avec l'âge et les caractères de la contrée où elles apparaissent, on est conduit à penser que ces portions détachées ont pu autrefois être en liaison avec le district des Alleghanys, que celui-ci même ne faisait qu'un avec celui de l'ouest, et qu'ainsi, dans leur condition primitive et avant qu'aucune action perturbatrice ne masquât leur unité, ces formations carbonifères pouvaient avoir recouvert toute la partie des États-Unis qui est située à l'E. des Montagnes-Rochieuses.

Outre l'immense et inépuisable région qui s'étend à l'E. de ces montagnes, des échantillons de houille ont été rencontrés

(1) Les couches de houille peu altérées auxquelles il est fait ici allusion sont celles que l'on exploite aujourd'hui; mais je suis convaincu qu'il existe sur une beaucoup plus grande étendue, dans la Nouvelle-Angleterre, des couches qui ont été plus ou moins métamorphisées.

par le capitaine Strausbury au delà du fort Laramie : on en a trouvé à Bellingham Bay, à Puget's Sound, dans le district de Washington ; mais on ne sait que peu de chose de son âge et des roches qui lui sont associées. Ces derniers échantillons ressemblent tellement aux charbons bitumineux des couches de houille ordinaire, qu'on ne saurait établir entre eux aucune différence, et que nous sommes ainsi fondés à espérer qu'on trouvera sur les côtes occidentales des États-Unis cette source importante de progrès et de richesse nationale.

Calcaire carbonifère.

La grande formation du calcaire carbonifère, inférieure aux couches de houille et qui, dans les districts houillers forme ordinairement le trait le plus apparent de la topographie de la contrée, perd toute son importance et son relief sur les bords de la plus grande partie de la région houillère des Alleghans. Sur la limite orientale, en Pennsylvanie, c'est à peine si l'on peut dire qu'elle existe encore ; et l'on ne peut y rapporter que de minces lits calcaires associés au schiste rouge dont nous parlerons plus loin.

Dans la Virginie, cette formation prend un grand développement et devient très puissante dans le sud de cet État. Dans le Tennessee, et toujours dans la même direction, le calcaire forme une étroite ceinture le long du bord oriental du bassin houiller et se prolonge jusqu'à sa limite méridionale dans l'Alabama. Vers le N., cependant, il disparaît graduellement et se perd complètement vers la rivière de l'Ohio, où n'occupe plus au milieu des grès qu'une place insignifiante.

Dans le district de l'Ouest ou du Mississippi, nous retrouvons la formation beaucoup plus puissante et plus étendue. Le calcaire occupe sur le bord oriental une zone étroite, qui traverse l'Indiana et le Kentucky ; il reparait sur le côté occidental du bassin où le long de la vallée du Mississippi ; le lit du fleuve y est creusé à une grande profondeur, sur la longueur de plusieurs milles, et ses bords sont souvent élevés comme des falaises. Le calcaire s'étend avec une largeur variable sur un des côtés du Mississippi, à une petite distance au-dessus de l'Ohio jusqu'au confluent du Rock River, sur une longueur de plus de 300 milles par conséquent, et vient affleurer à l'E. et à l'O. sous les couches de houille. Il paraît, à de nombreux intervalles, le long du Missouri, et partout où on l'a observé jusqu'ici, forme une large ceinture qui entoure toute la division occidentale du terrain houiller. Plus à l'O., il apparaît

au fort Laramie, et forme le dépôt sédimentaire le plus important aux environs du grand lac Salé. On sait aussi qu'il se rencontre dans le Nouveau-Mexique et le Texas, mais ses limites n'y ont pas encore été tracées. Dans le Michigan, on sait peu de chose à l'égard de cette formation : on a seulement trouvé en plusieurs localités, sur le bord occidental du bassin houiller, un calcaire qu'on lui rapporte. La grande variété de caractères que présente ce calcaire dans l'O., jointe à d'autres considérations, a engagé le docteur D.-D. Owen à le séparer en deux étages, l'un inférieur, l'autre supérieur. La puissance totale est de 390 pieds, et l'on peut y observer douze couches, de caractères lithologiques différents.

Sur une vaste région dans l'Ouest, ce groupe de lits calcaires, avec leurs couches de marne ou de grès tendre argileux, et des intercalations marneuses avec lits de calcaire terreux, imprime à la contrée qui s'étend autour du district houiller un caractère de fertilité qu'on ne retrouve plus au même niveau géologique dans le reste des États-Unis. Sur les bords septentrionaux, occidentaux et orientaux du district de l'Est ou des Alleghanys, il existe une zone étroite où l'on ne trouve aucune formation calcaire importante, et il faut chercher les calcaires bien loin des affleurements houillers ou dans les lits qui sont intercalés entre les couches de charbon. L'effet de cette différence géologique apparaît, non-seulement dans les caractères différents des constructions, mais encore dans les conditions agricoles des deux contrées : dans l'une on ne trouve que des prairies aux environs de la houille, tandis que dans l'autre, à la même latitude et dans les mêmes conditions stratigraphiques, le sol, très calcaire, fournit des céréales de première qualité.

Ce ne sont pas seulement les ceintures extrêmes des deux bassins qui présentent un tel contraste : celui qui se manifeste entre leurs parties centrales n'est pas moins frappant. Cette formation calcaire, avec les lits nombreux de nature analogue qui alternent avec les couches de houille elle-même, fréquemment coupée sur toute sa profondeur par le lit des rivières et de profondes vallées, a servi à distribuer les matériaux calcaires avec abondance sur toute la surface de la contrée. C'est par ce motif, peut-être, et aussi par suite de l'accumulation des matériaux provenant de la destruction de couches calcaires des formations inférieures dans les districts du nord, que le bassin de l'ouest, avec ses grandes plaines et ses prairies, présente un aspect si différent de la partie de la contrée qui appartient au bassin de l'est, malgré l'identité de leur position géologique.

Il paraît nécessaire de signaler ici, en même temps que ce calcaire, une formation importante de schiste rouge qui est en relation avec lui, et qui, lorsque le calcaire manque, se trouve directement sous les conglomérats qui accompagnent les couches de houille. Cette formation (n° XI de la carte de la Pennsylvanie) a une épaisseur de 2949 pieds à Pottsville, et s'étend sur une grande largeur sur la limite orientale du bassin houiller dans la Pennsylvanie et la Virginie.

Terrain dévonien.

Le groupe de calcaires, schistes et grès, constituant la division du système paléozoïque qu'aux États-Unis on range généralement dans le terrain dévonien, forme un assemblage hétérogène. Dans l'ordre descendant, la série commence par la formation n° X de la carte de la Pennsylvanie; on la compte actuellement dans le terrain dévonien, bien que sa position dans ce terrain ou le terrain carbonifère soit encore un sujet de débats (1). Nous y ajouterons les schistes et grès des monts Catskill, et les groupes de Chemung et de Portage, ainsi que les grès et lits calcaires du groupe d'Hamilton dans l'État de New-York, ainsi que leur prolongement à l'O., connu sous le nom de schiste noir, et grès de Waverly, ou grès à grain fin de l'Ohio, l'Indiana, l'Iowa, etc. La série entière de ces dépôts repose sur un calcaire qui appartient à la même formation et qui occupe la même étendue qu'eux. Nous allons tracer d'abord les limites et les caractères des couches de la portion supérieure, puis nous décrirons la formation calcaire.

Premier groupe. — La série des couches que nous considérons est beaucoup plus puissante dans la partie orientale des États-Unis, dans l'État de New-York et la Pennsylvanie, que dans l'ouest. Dans la première région, elle forme un dépôt littoral, où les matériaux les plus grossiers se sont accumulés, tandis que vers l'ouest, où les plus ténus ont été transportés, l'accumulation est moins puissante. Pour ce motif, les ressources économiques que la formation peut fournir et son influence sur la topographie et la fertilité du sol varient d'une manière sensible dans ses diverses parties.

Aux points où le développement du groupe est le plus considérable, les lits inférieurs ont été formés par un limon fin impal-

(1) Cette formation de psammites micacés est rangée par M. de Verneuil dans le terrain carbonifère. A. L.

pable, et sont suivis par d'autres couches formées par un limon semblable, mais mélangé d'une grande quantité de matière calcaire; et parfois, quand celle-ci diminue, la roche prend un caractère arénacé. On trouve, en montant plus haut, de minces bandes calcaires, mais elles n'apparaissent pas constamment. Elles sont suivies de schistes tendres, ou de grès schistoïdes, puis de lits arénacés, qui, dans le haut, alternent avec des bancs de schiste plus ou moins épais. Vient après des schistes rouges et verts et des grès dont la texture est parfois plus grossière que celle des dépôts inférieurs, mais qui sont souvent schistoïdes ou alternent avec le schiste. C'est cette formation qui constitue le massif des monts Catskill. Il faut ajouter encore le n^o X, qui est un grès grossier ou conglomérat, et parfois une masse schisteuse, avec mélange de conglomérat.

Cette formation peut être considérée comme occupant près de la moitié méridionale de l'État de New-York, depuis la rivière d'Hudson : elle s'étend le long de la limite septentrionale du bassin houiller de Pennsylvanie et forme le bord méridional du lac Érié, depuis les environs de Brussels (New-York), à Cleveland (Ohio). En ce point, elle se recourbe pour former une large ceinture qui borde le bassin sur toute sa limite occidentale, mais qui s'amincit graduellement vers le sud. A l'E., elle suit le bord du bassin houiller des Alleghanys, depuis la Pennsylvanie jusqu'à l'Alabama.

Le schiste noir et le grès fin entourent de la même manière le bassin houiller du Michigan et forment autour de lui une vaste zone de plusieurs centaines de pieds d'épaisseur, tout le long du bassin houiller de l'Illinois; ils affleurent partout sous le calcaire carbonifère nettement dessiné : parfois les deux roches semblent néanmoins passer de l'une à l'autre, ou leurs couches extrêmes présentent quelques alternances. Le long de la vallée du Mississippi, ces dépôts affleurent en beaucoup de points sous le calcaire carbonifère, et les grès fins, si répandus à l'O. de ce grand bassin houiller, sont probablement du même âge.

Second groupe. — A la base de toutes ces couches sédimentaires repose une immense formation calcaire, moins importante par sa puissance que par la surface qu'elle occupe et les traces évidentes qui permettent de reconnaître qu'elle formait autrefois un banc corallien continu et non interrompu, sur un espace qui n'a pas moins de 500,000 milles carrés.

Dans les limites des États-Unis, on l'a retrouvée dans sa position primitive dans les États de New-York, de New-Jersey et de Pennsylvanie, d'où elle s'étend ensuite vers l'E. Le trait le plus

apparent qu'elle forme, cependant, s'étend depuis les montagnes d'Helderberg jusqu'à l'Hudson, près Albany, vers l'O., en traversant ainsi tout l'État de New-York. Elle franchit le Niagara aux Roches-Noires, s'étend, à travers le Canada supérieur, le long d'une ligne à peu près parallèle à la côte du lac Érié, et, traversant la partie septentrionale du Michigan, forme la limite occidentale du lac Huron vers le nord, au passage de Mackinac, et forme encore un immense dépôt isolé, qui recouvre l'île de Mackinac et Gross-Cep. Au S.-O. de ces points, elle occupe le lit du lac Michigan; elle a été dénudée avec les couches plus tendres qui lui sont inférieures, et excavée pour recevoir les eaux du lac.

L'axe anticlinal qui s'étend depuis l'ouest du lac Érié, à Cincinnati, à la partie méridionale du Tennessee, permet de voir ce calcaire qui remplit une large zone des deux côtés des couches inférieures qui ont été soulevées. Dans la partie centrale de l'Ohio, il s'étend de Sandasky, au S., à la rivière d'Ohio, et de là au Kentucky. Il est également étendu dans l'est et le sud-est de l'Indiana, atteint l'Ohio aux chutes de Louisville, et, passant ensuite dans le Kentucky, où il occupe une surface considérable, il s'étend dans le Tennessee en circonscrivant le bord irrégulier de la formation silurienne de cet État.

Après avoir suivi une direction N.-E. dans le nord de l'Indiana, il court parallèlement à la limite septentrionale du bassin houiller de l'Illinois; et, s'étendant au haut du lac Michigan et au delà du Mississippi, il forme en partie le fond de la vallée de la rivière du Cèdre-Rouge dans l'Iowa.

Malgré la remarquable persistance de ce groupe, il n'atteint nulle part une grande épaisseur; sa puissance, dont le maximum est peut-être de 350 pieds, est généralement plus petite que 100 pieds. Dans son prolongement N.-O. dans l'Iowa, le docteur Owen estime qu'il n'a pas plus de 60 ou 70 pieds, et à sa limite S.-O. la plus éloignée, il possède à peine la moitié de cette épaisseur.

Troisième groupe. — Les géologues sont aujourd'hui très disposés, en Amérique, à étendre les limites de la formation dévonienne encore plus bas que le calcaire que nous venons de décrire; ils veulent y rattacher une série de grès et de roches arénacées comprise entre ce calcaire et un autre calcaire appartenant à la formation inférieure (1). Dans l'est de l'État de New-York, on y

(1) M. de Verneuil rapporte de même au terrain dévonien le Caudagalli-grit et le grès d'Oriskany.

distingue deux membres différents, le Caudagalli-grit et le grès d'Oriskany. Le premier forme une masse compacte, à grain fin et serré, d'une couleur sombre, et ne contient presque pas de fossiles ; le second est un grès grossier, poreux, friable, très riche en débris organiques.

Ces roches atteignent leur limite septentrionale à la montagne d'Helderberg, près de l'Hudson ; et dans leur plus grand développement vers l'ouest ne vont pas au delà de 200 milles et présentent de fréquentes interruptions jusqu'à cette distance. Leur puissance totale dans l'État de New-York n'atteint pas 500 pieds. Le membre inférieur de ce groupe est beaucoup plus persistant que le supérieur ; il s'étend au S. à travers la Pennsylvanie et dans la Virginie, et acquiert dans cette direction dans le premier de ces États, suivant le professeur H.-D. Rogers, une épaisseur de 700 pieds.

Terrain silurien supérieur.

Les formations qui, aux États-Unis, peuvent être comprises dans la partie supérieure du système silurien, consistent en calcaire, connu, dans l'État de New-York, sous le nom de groupe calcaire inférieur du Helderberg, qui renferme, en allant de haut en bas, les membres suivants : calcaire à Encrines, schiste calcaire à Delthyris, calcaire à Pentamères, calcaire d'eau douce. Vient ensuite le groupe salin d'Onondaga (New-York), et le groupe calcaire du Niagara, qui est compris dans le n° VI de la carte de la Pennsylvanie. On trouve encore plus bas une série de schistes, de grès, de conglomérats et de lits calcaires, constituant le groupe de Clinton (New-York) ; et le tout se termine par le grès de Médina. Ces deux dernières formations répondent au n° V de la carte de la Pennsylvanie.

Les différents membres ou groupes de la série ont une distribution géographique différente et méritent d'être traités part.

Groupe A. — Les calcaires inférieurs d'Helderberg ont leur plus grand développement dans les montagnes d'Helderberg, près de l'Hudson, et dans le New-Jersey, la Pennsylvanie et la Virginie. Leur puissance en Pennsylvanie est évaluée à 900 pieds, et est quatre fois plus grande que dans l'État de New-York. Dans la direction S.-O., et parallèlement à la chaîne appalachienne, ce groupe semble avoir la même étendue que les autres membres des formations paléozoïques. Cependant nous le voyons s'annuler dans la direction de l'O. ; et, à l'exception des membres inférieurs, ou

ne le connaît plus à 100 milles à l'O. de l'Hudson. Le membre inférieur ou calcaire d'eau douce s'étend jusqu'aux limites occidentales de l'État.

Groupe B. — Le second groupe ou groupe salifère d'Onondaga a une plus vaste étendue ; il traverse entièrement de l'E. à l'O. l'État de New-York, et entre ensuite dans le Canada occidental, où il est souvent masqué par des dépôts superficiels. Il court au N.-O. vers le lac Huron, dont le lit est pratiqué dans une de ses dénudations, et apparaît de nouveau à la base de l'île Mackinac et de Gross Cep, dans le Michigan.

Il se dirige ensuite de nouveau dans la direction du lac Michigan, où il a été raviné ainsi que le calcaire qui lui est supérieur (1). Dans le nord de l'Ohio, à l'O. de la ville de Sandusky, et le long de la rivière du même nom, il prend une certaine importance ; mais dans le sud de cet État et dans le sud-est de celui d'Indiana, où on le retrouve encore en beaucoup de points, son épaisseur devient insignifiante.

Le membre le plus persistant de cette partie du système silurien est le groupe du Niagara, qui consiste en schiste et calcaire ou en calcaire seulement, et est bien connu pour former la cataracte du Niagara. Bien que ce groupe soit extrêmement mince, et qu'on le reconnaisse avec difficulté, sur la limite de la série paléozoïque, il devient très important dans l'ouest de l'État de New-York. Il ne forme dans l'est de cet État qu'un lit mince de peu de conséquence ; mais il augmente graduellement d'épaisseur vers l'O. et constitue un des traits les plus apparents de la topographie de la contrée sous forme d'une grande terrasse, ou d'une crête montagneuse, comme on l'appelle, qui s'étend de Rochester, près Lewiston (New-York), Queenstown et Saint-Weit (Canada oriental), à l'entrée du lac Ontario, se dirigeant ensuite vers l'O. Cette formation constitue le pays élevé, nommé Cabot's Head, entre le lac Huron et la baie de Géorgie, et, dans son prolongement, forme en grande partie les îles de Menitoulina. De là, vers l'ouest, en passant par le détroit de Mackinac, elle constitue le bord septentrional du lac Michigan et la péninsule qui le sépare de la baie Verte, et, plus loin, la rive occidentale du lac Michigan près de son extrémité méridionale. Elle occupe, encore plus à l'ouest, les régions élevées du sud du Wisconsin et du nord de l'Illinois, et, s'étendant dans

(1) Voyez, sur l'origine et la position relative des vallées des lacs Michigan et Huron, un travail de James Hall dans le *Rapport de Foster et Whitney sur le district du lac Supérieur.*

l'Iowa, remplit une vaste surface entre le Mississippi et la rivière du Cèdre-Rouge.

L'axe anticlinal déjà mentionné, qui s'étend de Nashville au lac Érié, amène au jour ce calcaire dans les îles qui sont près du bord occidental de ce lac; il s'étend ensuite au S.-O., est interrompu par le terrain silurien inférieur, environ à 50 milles au nord de Cincinnati, et s'étend de là sur les deux côtés de l'axe dans les États de Kentucky et de Tennessee; les couches calcaires inférieures qu'on observe aux chutes de l'Ohio se rapportent à cette formation, ainsi que les calcaires fossilifères bien connus du comté de Perry (Tennessee).

Groupe C. — Nous pouvons pour le moment réunir les deux formations suivantes : le groupe de Clinton et le grès de Médina (de la carte de New-York); la série comprendra ainsi des schistes, des grès schisteux, des conglomérats, des couches calcaires, des minerais de fer, et une formation massive de grès rouge tendre à la base. Ce groupe, dans sa totalité, ou représenté par quelques-uns de ses membres, a presque la même étendue que les précédents. Il suit les mêmes contours, affleure sous lui, et sert souvent à supporter la saillie du calcaire supérieur qui forme ainsi une suite de préminences hardies. Tous les membres du groupe sont bien développés dans la partie centrale de l'État de New-York, qui forme sa limite la plus septentrionale, si nous exceptons quelques parties du Maine, où, d'ailleurs, son étendue est mal connue, et les montagnes Vertes où il est représenté par quelques roches métamorphiques. Depuis le point de son plus grand développement, aux environs d'Oneida, la formation diminue et devient plus calcaire en avançant vers l'O.; et près du Niagara elle ne consiste plus qu'en un lit de schiste et un lit calcaire. Au N.-O., et en traversant le Canada, sa puissance décroît rapidement; elle suit la ligne du calcaire supérieur, et on la trouve dans les îles du lac Huron. On la reconnaît directement sur la côte orientale de la Baie Verte, et aussi dans le Wisconsin, qui est la limite la plus occidentale qu'on puisse lui assigner aujourd'hui. Quelques-uns des lits calcaires de ce groupe, si bien définis dans l'État de New-York, sont, à l'ouest, entièrement confondus avec la chaîne du Niagara. On peut dire la même chose des roches qui bordent le grand axe central, bien qu'ici on puisse à peine reconnaître les couches qui appartiennent au groupe.

Du S.-O. du mont Shawangunk, dans l'État de New-York, ce groupe s'étend à travers le New-Jersey, et dans la Pennsylvanie, où il atteint l'épaisseur énorme de 2000 pieds. Quelques-uns de

ses membres se trouvent encore dans la Virginie et le Tennessee, et atteignent la limite méridionale de la région paléozoïque dans l'Alabama.

La base du terrain silurien supérieur est marquée par un immense dépôt de grès en couches épaisses, d'une structure tantôt fine, tantôt grossière, et de conglomérats puissants, avec lits minces de schistes ou de grès schistoïde. Ces conglomérats contiennent fréquemment des cailloux d'une grande dimension, et souvent les matériaux qui les composent ne sont que peu usés, et les fragments conservent à un degré frappant leur forme angulaire.

Malgré la nature grossière des matériaux dont la roche est ordinairement composée, ils sont cimentés au point de faire naître l'idée qu'une certaine partie de la matière siliceuse pouvait se trouver en dissolution au moment de l'agrégation de la masse. La forme moins arrondie des fragments, et la nature compacte de la roche, jointes aux particularités de ses stratifications et de ses autres traits, servent à distinguer ce conglomérat de ceux des terrains houillers.

La roche a été d'abord reconnue dans la vallée du Mohawk, au S. d'Utica, où elle forme une masse qui a moins de 20 pieds d'épaisseur, et qui se perd en s'amincissant à la fois vers l'E. et vers l'O., tandis que vers le S. elle plonge sous les formations supérieures. A 70 milles plus au S., cependant, elle apparaît brusquement avec une grande puissance dans le mont Shawangunk, qui commence à quelques milles de l'Hudson, près Kingston, et de là se dirige par les comtés Ulster, Sullivan et Arago, jusqu'au Delaware. La formation s'étend ensuite au S.-O., à travers New-Jersey, la Pennsylvanie, le Maryland et la Virginie, et imprime son caractère principal à la topographie de la contrée sur toute sa longueur. En y comprenant le mont Shawangunk, dans l'État de New-York, et son prolongement, le mont Kittatinny en Pennsylvanie, elle forme une chaîne de montagnes continue, depuis la rivière d'Hudson, dans l'État de New-York, à la partie septentrionale de la Virginie. Nous ne devons pas oublier d'observer que, bien que le mont Schawangunk se termine d'une manière abrupte, au N.-E., à quelques milles de l'Hudson, cependant les conglomérats et grès grossiers sont mélangés avec les schistes inférieurs de la période précédente, dans les roches contournées et métamorphiques de l'E. de l'État de New-York.

Cette formation forme ordinairement le trait le plus marqué dans les passages et la topographie de la contrée qu'elle traverse, et constitue la chaîne de montagnes que nous avons décrite. Sa sur-

face est ordinairement stérile, et souvent complètement dépouillée de végétation sur une vaste étendue, et les grès blancs qu'on voit souvent sous forme de grande tache blanche donnent un aspect particulier à quelques parties de ces montagnes. Il est aussi digne de remarque que ces roches présentent tous les caractères d'une ancienne ligne de côtes, pendant la période des soulèvements, et marque de la manière la plus tranchée, dans le dépôt de la série entière des roches poléozoïques, la période à laquelle la faune de cette époque a subi les changements les plus considérables.

Terrain silurien inférieur.

Les formations géologiques qui aujourd'hui sont comprises dans l'étage inférieur du terrain silurien consistent, en allant de haut en bas, en une série de grès argileux et de schistes, connue sous le nom de formation III dans la carte de Pennsylvanie, ou groupe de la rivière d'Hudson, y compris le schiste d'Utica, dans l'État de New-York. Après eux viennent les calcaires de la formation II de la Pennsylvanie, ou calcaire de Trenton, Black-River, Bird's-eye et Chazy, de l'État de New-York. À la base du système vient la formation I, ou les grès calcifères, et grès de Potsdam. Ces trois divisions dans le terrain silurien inférieur nécessitent une courte description séparée, bien que, sauf peu de modifications, elles occupent à peu près la même étendue géographique.

Groupe A. — La division mentionnée en premier lieu, ou division supérieure, acquiert un grand développement vers le N.-E.; elle pénètre aux États-Unis, en venant du Canada, et suit continuellement le bord oriental du lac Champlain, ordinairement dans un état de métamorphisme partiel. Elle s'étend au-dessous de Withe-Hall, et forme une lisière sur les deux côtés de la vallée de l'Hudson, où elle prend peu à peu son caractère normal. Elle s'étend dans cette vallée jusqu'à Newburg, et suivant ensuite la direction du S.-O. continue à travers les États de New-Jersey, de Pennsylvanie, de Maryland et de Virginie, tantôt sur une seule ligne, tantôt sur deux ou trois qui reviennent plus loin se confondre. À son extrémité S.-O., elle suit la direction générale des Alleghanys, et ses contours correspondent aux sinuosités des précédentes formations. À l'O. et au N.-O. de la rivière d'Hudson, les couches passent sous les calcaires inférieurs de l'Helderberg, depuis Kingston, sur l'Hudson, jusqu'au Mohawk : elles continuent à suivre cette vallée avec de nombreuses ondulations, et on les voit s'élever sur les deux flancs, par suite du soulèvement des roches

inférieures. Enfin elles finissent par s'étaler sur une vaste surface sur la côte orientale du lac Ontario. Dans le Canada, elles reparaissent sur la rive septentrionale du lac, et peuvent être suivies sans interruption jusqu'au fond de la baie de Géorgie, sur le lac Huron. Le bassin de cette baie et sa continuation dans l'espace compris entre les îles Manitouline et les terres ont été creusés en partie dans le groupe de la rivière d'Hudson, dont les lits supérieurs apparaissent au bord septentrional de quelques-unes de ces îles. A l'O., ce groupe atteint le bord septentrional du lac Michigan qui forme la Pointe aux Baies entre la grande et la petite baie de Noquet. Il est recouvert par les eaux de la Baie Verte, près du fond de laquelle, sur la côte orientale, on voit passer les portions supérieures du groupe sous les calcaires supérieurs. On la revoit sur la côte orientale du lac Winnebago et au-delà il se perd peu à peu en s'amincissant. Depuis la baie de Géorgie, à l'O., la formation prend un caractère argilo-calcaireux : les lits supérieurs consistent en calcaire impur, et les lits arénacés manquent presque absolument.

Cette formation est extrêmement développée dans la région qui entoure Cincinnati, dans l'Ohio, à une distance de 50 milles, et au S.-O. le long de l'axe qui s'étend à travers le Canada et le Tennessee. Dans cette partie des États-Unis, elle consiste en lits alternatifs de schiste tendre et de lits minces calcaires, avec traces accidentelles des grès schistoïdes qui forment un trait si constant et si caractéristique de cette formation dans son extension orientale.

Sur le Mississipi, et en beaucoup de points du Wisconsin et de l'Iowa, on trouve quelques lits minces de calcaire argileux avec couches de schiste, surmontant la roche riche en plomb, et occupant probablement la position du groupe de la rivière d'Hudson. En admettant cette dernière correspondance, nous pourrions suivre le groupe depuis la frontière N.-E. des États-Unis, au S.-O. dans l'Alabama, et nous avons de bonnes raisons de supposer, par suite de son apparition dans la région de Cincinnati et de Nashville, qu'il existe sous les formations supérieures sur toute l'étendue intermédiaire.

Groupe B. — La seconde division de la formation du terrain silurien inférieur, ou le groupe calcaire, consiste, dans sa partie orientale, en quatre membres distincts : le calcaire de Trenton, le calcaire de Black-River, le calcaire de Bird's-eye et le calcaire de Chazy. Celui de Trenton est le plus persistant et donne souvent son nom au groupe entier.

La série de ces calcaires pénètre, aux États-Unis, au N. par les

vallées du Saint-Laurent et du lac Champlain, et on les reconnaît le long du Saint-Laurent, jusqu'à son embouchure. Nous les retrouvons, avec quelques légères interruptions à travers les îles de New-York, de New-Jersey, de Pennsylvanie, de Virginie et d'Alabama. Le groupe s'étend à l'O. de la partie centrale de l'État de New-York, le long de la vallée du Mohawk, par les chutes de Trenton et la rivière Noire à l'extrémité orientale du lac Ontario. De là, en franchissant le Saint-Laurent, il traverse le Canada, et apparaît sur les bords de la baie de Géorgie, et le long du bord septentrional du lac Huron; il forme la plus grande partie de l'île de Saint-Joseph, et s'étendant à l'O., entre le lac Supérieur et le lac Michigan, forme la côte occidentale de la Baie Verte. De là il entre dans l'État de Wisconsin, et continue à peu près parallèlement au bord occidental du lac Michigan, jusqu'à 50 milles de la frontière méridionale de l'État: il s'infléchit à l'O., et occupe une large surface dans la partie méridionale du Wisconsin et le N. de l'Illinois. Il s'étend dans l'Iowa, et, suivant le cours du Mississipi, se montre par intervalles au niveau des chutes de Saint-Antoine.

Le long de l'axe de soulèvement qui s'étend de Nashville au lac Érié, on retrouve ces calcaires sur les bords de la rivière des Pierres dans le Tennessee, et à Francfort dans le Kentucky; mais ils n'apparaissent plus au N. de l'Ohio.

Les calcaires de la période du terrain silurien inférieur occupent la même étendue que les schistes qui leur sont supérieurs dans l'E. des États-Unis, tandis que dans l'O., ou dans la vallée du Mississipi, ils s'étendent au delà de leurs limites positivement reconnues.

Ce groupe calcaire, soit qu'on y retrouve les diverses sous-divisions, soit qu'on n'en forme qu'une seule masse, est partout très important. Dans toutes les localités de l'E. et du S.-E., il consiste en calcaires, parfois avec intercalation de silex et de lits minces schisteux. À l'O., les schistes augmentent d'épaisseur, et en certains endroits, comme aux chutes de Saint-Antoine, ils prennent un tel développement, qu'une grande partie de la roche n'est plus propre à aucun emploi.

On observe, en avançant vers l'O., une diminution générale dans la puissance et un changement dans les caractères des calcaires de ce groupe; et dans cette direction commence à s'intercaler un autre membre, qui n'est encore que peu important avant d'arriver dans le Wisconsin, mais qui se développe alors beaucoup dans cet État, et devient très intéressant, à cause du gisement qu'il renferme (calcaire à galène) dans le Wisconsin, l'Illinois et

l'Iowa, et qui a été autrefois représenté dans la carte de cette contrée sous le nom de *Cliff limestone*.

Groupe C. — La dernière division du terrain silurien inférieur est formée par le grès calcifère et le grès de Potsdam. Le premier étage est représenté par le calcaire magnésien inférieur dans les États qui bordent le haut Mississippi. Ces deux roches alternent fréquemment à leur point de jonction, et en beaucoup de localités on trouve un dépôt friable arénacé succédant au grès calcifère, qui est, sans aucun doute, dû à la répétition des mêmes actions auxquelles il faut rapporter les lits arénacés inférieurs.

La division supérieure est, pour la plus grande partie, dépourvue de matière calcaire ; cependant, dans sa partie occidentale, elle contient quelques bancs calcaires. Le grès supérieur ou calcifère a reçu originairement ce nom, parce que partout on y observe à différents degrés la combinaison des éléments calcaires et arénacés. Cette formation pénètre dans les États-Unis par la vallée du Saint-Laurent, au N.-E., et traverse le N. de l'État de New-York, jusqu'au bord du lac Ontario. On peut la suivre en descendant la vallée du lac Champlain, et au delà, sans interruption, à travers les États de New-Jersey, de Pennsylvanie, de Maryland, de Virginie et de Tennesseé. A l'O., elle traverse le Canada, circonscrit le bord septentrional, et se développe davantage sur le lac Supérieur ; du bord occidental du lac, elle prend une grande extension dans le N. du Wisconsin, et s'étend le long des bords du Mississippi, en formant les roches élevées et pittoresques qu'on voit entre la prairie du Chien et les chutes de Saint-Antoine.

Roches métamorphiques supérieures.

Il est extrêmement difficile de trouver une ligne de séparation entre les dernières roches fossilifères et les roches métamorphiques supérieures, parce que les formations qui séparent l'Hudson de l'Atlantique sont formées par les diverses roches paléozoïques déjà décrites, tantôt en présentant les caractères des terrains de transition, tantôt parfaitement cristallines et dépourvues de restes organiques. Toutes ces roches, cependant, quel que soit le degré de l'action métamorphique qu'elles ont subie, peuvent être classées sous le nom de roches métamorphiques supérieures, et distinguées d'une série plus ancienne de roches cristallines dont la stratification est discordante, comme on peut l'observer aux Petites Chutes (New-York), le long de la vallée du lac Champlain et du Saint-Laurent et dans beaucoup d'autres localités. Les roches métamor-

phiques supérieures comprennent des roches quartzenses ou grès modifiés, des calcaires à grain fin souvent micacés, blancs ou colorés, des roches schisteuses, variant des schistes tendres et fissiles, verts ou rougeâtres, aux schistes micacés et talqueux auxquels les premiers passent successivement, ainsi que diverses roches gneissiques, syénitiques et hornblendiques, qui toutes peuvent être clairement reconnues comme dérivant de roches stratifiées fossilifères de la période paléozoïque (1).

On a reconnu ces formations dans une grande partie de la Nouvelle-Angleterre, et ce n'est que sur de petites surfaces que les roches métamorphiques anciennes, si encore elles ont bien ce caractère, se rencontrent entre leurs limites. Le prolongement de la même formation au S.-O., dans une direction parallèle aux anciennes roches fossilifères, fait voir une large surface, couverte par des roches de cet âge, occupant la même étendue que les formations paléozoïques du N. au S.

La direction et l'inclinaison des couches qui composent cette formation sont ordinairement bien constantes, bien qu'en certains points et sur de petites étendues leur étude soit rendue difficile et obscure par des dislocations, des plissements et des courbements nombreux.

La plus grande partie de cette formation est formée de roches plus anciennes que celles de la période carbonifère, et nous leur trouvons superposées, dans l'E. de la Nouvelle Angleterre, ces roches carbonifères métamorphiques. Dans beaucoup de localités, on peut suivre, d'une manière nette, le passage des roches métamorphiques aux couches fossilifères, et les restes organiques disparaissent graduellement à mesure que les lits prennent une structure plus cristalline, par suite d'une action métamorphique de plus en plus puissante. Toute espèce de doute sur la cause de l'oblitération des fossiles se trouve ainsi levée.

Les roches de cet âge forment le trait physique le plus marqué dans la topographie de la contrée qu'elles occupent. Quand on entre dans les États-Unis au N. par la vallée du Saint-Laurent, on trouve les roches paléozoïques, d'abord dans leur condition normale et sans aucune altération, ne présentant que de légers changements lithologiques; ces changements deviennent ensuite plus marqués, et les couches deviennent plus ou moins cristallines.

(1) Le granite, ordinairement rapporté à une origine ignée, occupe relativement un petit espace.

Les fossiles s'oblitérent graduellement, les lits s'inclinent parfois jusqu'à la verticalité, et souvent présentent une série de plissements; enfin, les roches s'élèvent en nombreuses collines et en chaînons, qui finissent par prendre le caractère de chaînes de montagnes, telles que les Montagnes Vertes du Vermont et les Montagnes Blanches du New-Hampshire.

Roches dévoniennes métamorphiques. — Les roches altérées de la période des groupes de Chemung et de Portage qui forment une partie du terrain dévonien ont été reconnues en grandes masses à Gaspé, par MM. Logan et Hunt, et l'on sait qu'elles sont très développées dans l'État du Maine. Ces roches circonscrivent la partie orientale de la Nouvelle-Angleterre, en formant une partie des Montagnes Blanches, et, en plongeant sous la formation carbonifère du Massachusetts et de Rhode-Island, constituent, avec cette dernière, la plus grande partie des formations métamorphiques et cristallines à l'E. de la rivière du Connecticut.

Roches siluriennes métamorphiques. — Dans la portion de la contrée située entre la rivière d'Hudson à l'O. et la rivière du Connecticut à l'E., les roches plus ou moins métamorphiques appartiennent aux formations que nous avons décrites déjà dans le terrain silurien. Dans la partie occidentale de cette ceinture, les quartzites ou grès dur, les calcaires cristallins et diverses roches schisteuses reposent sur des lits de gneiss grossier et de hornblende, reconnus pour être de simples modifications et altérations du grès de Potsdam, du groupe du calcaire de Trenton et du groupe de la rivière d'Hudson, avec des lits accidentels et interrompus de conglomérat du Shawangunk, mélangé avec les schistes et formant les sommets des éminences les plus élevées.

Les roches siluriennes supérieures ont été suivies par MM. Logan et Hunt, depuis les parties non altérées, dans la vallée du Saint-Laurent, jusqu'aux limites de l'État de Vermont, où elles prennent le caractère de calcaires micacés, alternant avec des schistes micacés.

La partie inférieure de cette formation métamorphique, ou celle qui se compose principalement de schistes siluriens inférieurs associés à des lits arénacés, constitue la zone aurifère proprement dite, comme il a été abondamment prouvé par l'étude de leur prolongement septentrional; et les nombreuses observations qui ont été faites dans les États du Sud autorisent à attribuer le même âge à la zone aurifère de Virginie, des deux Carolines et de la Géorgie. Il est impossible aujourd'hui de décider si le gisement

aurifère de Californie est du même âge que les roches métamorphiques supérieures des États-Unis de l'Est.

Roches métamorphiques anciennes ou inférieures.

Dans beaucoup de parties des États-Unis il existe de larges espaces recouverts de roches cristallines, que leur âge et leurs caractères lithologiques distinguent entièrement des précédentes. On a proposé d'adopter, pour les désigner, le nom de roches métamorphiques anciennes ou inférieures, pour les distinguer des roches altérées qui appartiennent évidemment à la période paléozoïque. On sait qu'elles sont d'une date antérieure, et, dans beaucoup de cas, sinon toujours, elles ont acquis leur structure cristalline et pris leur caractère métamorphique avant le dépôt des formations sédimentaires environnantes qu'il faut ranger parmi les roches anciennes paléozoïques.

Dans beaucoup de localités, le grès de Potsdam, qui est la roche fossilifère la plus ancienne que l'on connaisse aux États-Unis, s'appuie dans une position horizontale, ou peu s'en faut, contre les masses inclinées, ou repose sur les hautes cimes formées par les roches de cet âge, dont la date antérieure est ainsi établie d'une manière évidente.

La formation consiste en une longue série de syénites, gneiss, schistes divers hornblendiques, micacés et talqueux, etc., avec calcaire très cristallin. Toute la série conserve encore des traces évidentes de stratification, qui permettent de croire que les roches primitivement sédimentaires ont été métamorphosées par des agents ignés. Comme témoins et preuves de ce changement, nous trouvons d'énormes masses éruptives de granite et d'autres roches généralement regardées comme d'origine ignée, qui ont pénétré les roches cristallines stratifiées dont se compose en grande partie le système. Il est de même traversé par de nombreux dykes trapéens, qui sont quelquefois très puissants et très étendus. La roche principale et caractéristique de cette formation est un gneiss syénitique, d'une texture généralement ferme et compacte. Les plans de stratification sont souvent obscurs et voilés par la structure granitique ou syénitique. L'une des substances qui accompagne de la manière la plus constante, et qui caractérise cette formation, est le minerai de fer magnétique.

Elle compose principalement la chaîne de montagnes qui s'étend au nord du Saint-Laurent, parallèlement au fleuve jusqu'aux mille îles (*Thousand Island*). On la retrouve à travers le

Canada jusqu'aux bords du lac Supérieur; on l'observe sur les deux bords du lac, et de là elle se dirige à l'O. jusqu'aux sources du Mississipi.

Quelques portions de la chaîne de montagnes du Maine et du New-Hampshire appartiennent peut-être à cette formation; mais leur étendue et leurs limites n'ont pas été bien définies, et les roches qui les composent n'ont pas été nettement distinguées des roches avoisinantes d'origine plus moderne (1).

Dans le nord de l'État de New-York, cette formation forme des montagnes qui atteignent 5000 pieds d'élévation, mais dont la hauteur est généralement moindre. Dans cette région, elle couvre un espace d'une forme à peu près triangulaire, qui a environ 150 milles de longueur du N. au S., et 125 milles de l'E. à l'O., ou du lac Champlain au fleuve du Saint-Laurent. Les points les plus élevés sont au centre de cet espace. La formation expire graduellement au N. et au S., non sans produire néanmoins quelque dérangement parmi les roches siluriennes qui la recouvrent. Dans la partie méridionale de l'État de New-York, elle reparaît et forme des crêtes et des montagnes élevées qui, cependant, atteignent à peine la moitié de la hauteur de celles du nord. De la limite sud de cet État, elle pénètre dans celui de New-Jersey, en formant une rangée presque continue de montagnes, depuis la frontière jusqu'au Delaware. De là à la frontière du Maryland, les roches métamorphiques anciennes s'étendent à travers le S.-E. de la Pennsylvanie, en formant deux ceintures étroites, l'une continue, l'autre formée seulement de chaînons séparés les uns des autres par des formations de date plus récente.

Les roches de cette période continuent à conserver la même direction dans le Maryland, la Virginie et la Caroline du nord, et sont connues sous le nom de *Montagnes Bleues* ou *Montagnes du Sud*: les points les plus élevés en Virginie atteignent la hauteur de 4000 pieds. La formation qui continue de s'étendre au S.-O. se prolonge probablement avec des interruptions plus ou moins

(1) Au Canada, M. Logan a reconnu une autre série de roches métamorphiques qui reposent sur celles que nous venons de décrire, et d'une date antérieure à nos roches métamorphiques supérieures, ce qui constitue trois divisions. Cette formation moyenne se compose de grès, de conglomérats avec fragments de jaspe rouge, lits de schiste, et calcaire. « Les schistes sont verdâtres, très chlorités, et contiennent souvent de l'épidote; souvent ils prennent le caractère de conglomérats, par suite de la présence abondante des fragments de syénite. »

prononcées jusqu'aux limites méridionales des formations métamorphiques de l'Alabama.

Nous l'avons déjà montrée sur le bord du lac Supérieur : elle y forme une large zone qui s'étend, sauf de légères interruptions, sur toute la côte, depuis le voisinage de la rivière Camp, jusqu'à Point-Abbaye ; elle s'étend ensuite à l'O., et sur une largeur de plus en plus croissante, dans le nord du Wisconsin, et dans la partie centrale de cet État descend vers le S. jusqu'à la hauteur du bord du lac Winnebago. La formation se dirige ensuite vers le N.-O., et atteint le Mississippi au N., aux chutes de Saint-Antoine. On en trouve un rameau isolé dans le Missouri, un autre dans l'Arkansas, et un troisième dans le Texas.

Formation trappéenne.

Trapps rouges les plus modernes. — La formation de cette nature, la plus apparente dans les États-Unis de l'E., est celle qui est associée au nouveau grès rouge, dont nous avons déjà décrit l'étendue. Les roches basaltiques ou trappéennes accompagnent le grès dans la vallée du Connecticut, et sont assez puissantes pour marquer les traits les plus apparents de la topographie de la contrée. Le mont Holyoke et le mont Tom, dans le Massachusetts, en sont des exemples frappants. Les roches de l'E. et de l'O., près New-Haven, forment aussi des points élevés dans le pays, et appartiennent à la formation trappéenne.

Les trapps forment de nombreux dykes et des crêtes moins apparentes, souvent parallèles, et de longues ceintures continues qui suivent toute la longueur de la vallée, jusqu'à 100 milles au-dessus de son embouchure. Les palissades de la rivière d'Hudson, et de nombreuses éminences trappéennes dans le New-Jersey, appartiennent toutes à la même époque et présentent les mêmes relations géologiques. Enfin, cette formation peut être encore suivie dans la Pennsylvanie, le Maryland, la Virginie et la Caroline du sud, et partout accompagne les grès.

Une des matières qui se trouve toujours associée à ces trapps est le cuivre natif ; mais, sur toute leur étendue, on ne l'a jamais trouvé en quantité exploitable. On trouve fréquemment des minerais de cuivre dans les grès qui sont au contact des trapps ; et il semble y avoir quelque rapport entre la présence de ces amas minéraux et l'éruption des dykes. Les roches trappéennes qui appartiennent à cette période du nouveau grès rouge présentent souvent la structure en colonnes et sont divisées naturellement par

des pans verticaux. Ce caractère est moins apparent dans les roches que nous allons décrire.

Trapps du lac Supérieur. — La deuxième grande formation trappéenne est celle du lac Supérieur, qui est en relation avec le grès du terrain silurien inférieur. Elle est développée de la manière la plus frappante à Keweenaw-Point, et s'étend de là, en occupant une grande largeur, à l'E. et à l'O., en suivant généralement les contours du lac. La formation est flanquée au N. par des conglomérats, et au S. par des grès, et une ceinture étroite du trapp traverse le conglomérat sur toute sa longueur, parallèlement à la formation centrale principale. Vers l'extrémité occidentale du lac Supérieur, la formation trappéenne est interrompue et ne se présente plus qu'en dykes isolés ou en crêtes qui percent le grès. L'île Royale présente à peu près les mêmes traits que Keweenaw-Point; le trapp y forme une rangée semblable et parallèle, mais le conglomérat y est peu développé. Sur le bord septentrional du lac, dans les limites des États-Unis, le trapp s'étend en nombreux rameaux étroits et en dykes qui tous sont dirigés vers l'O. Plus loin, en différents points situés entre le lac et le Mississippi, au-dessus des chutes de Saint-Antoine, on trouve encore fréquemment des lits de trapp.

Au delà de ce fleuve, on sait peu de chose de leur étendue et de leurs caractères : mais, d'après les informations que l'on possède, il paraît probable que la même formation se retrouve par intervalles entre le Mississippi et les Montagnes-Rocheuses.

Dans toute cette étendue, les associations sont si semblables qu'il est permis de rapporter avec certitude tous ces trapps à la même formation. Sur les bords de la rivière Sainte-Croix, ils forment de grandes protubérances et des nœuds à travers les couches à Lingules du grès de Potsdam ; et, dans le nord du Wisconsin, on les trouve à peu près dans une position semblable, plus ou moins en relation avec le grès inférieur, mais fréquemment associés à de la syénite ou à du gneiss syénitique.

La formation trappéenne du lac Supérieur, là où elle atteint son principal développement, contient des quantités immenses de cuivre natif qui, dans cette région, caractérise toujours une certaine variété de trapp.

Dans une carte de Keweenaw-Point, publiée récemment par M. Whitney, géologue des États-Unis, nous trouvons la description suivante : trapp amygdaloïde, contenant du cuivre natif; trapp porphyrique, contenant du cuivre sulfuré; et trapp cristallin, où les filons ne sont point productifs.

La principale partie de la formation, en ce point, est formée par la variété précédente : une ligne mince qui passe par le centre représente la portion cristalline ; et au S. une étroite bordure, qui s'unit au grès, appartient à la première variété.

Trapps de l'ouest. — On trouve des trapps et des basaltes à des intervalles fréquents, depuis la frontière du Texas jusqu'au pays des Indiens Blackfoot, et plus loin encore vers le N. A l'O., dans la grande plaine qui s'étend entre les Montagnes-Rocheuses et la Sierra-Nevada, des roches du même caractère se rencontrent fréquemment, mais leur position géologique n'est point connue. On trouve de même souvent et sur de vastes étendues des roches basaltiques et volcaniques au N.-O., dans les Montagnes-Rocheuses, et le long de la Colombie jusqu'à la côte de l'Océan Pacifique.

Trapps de la série métamorphique. — Un système de roches trappéennes d'un âge différent, consistant en trapps, diorites, porphyres, etc., traverse les roches métamorphiques de la période que nous avons précédemment indiquée. Elles n'affectent pas généralement d'une manière bien sensible la topographie de la contrée, et ne paraissent pas avoir de relation avec le soulèvement de la chaîne montagneuse où on les rencontre. Elles la traversent en différentes directions, et remplissent des fissures ou joints, qui sont souvent parallèles entre eux. On rencontre partout ces dykes dans les États-Unis, mais ils sont plus nombreux sur le bord septentrional du lac Huron et du lac Supérieur.

Dans la partie orientale de la Nouvelle-Angleterre, et surtout près de la côte, ces dykes traversent les couches, et des ceintures plus étendues de roches semblables occupent des portions de la région métamorphique. Les bordures porphyriques semblent parfois, le résultat d'un métamorphisme extrême, qui aurait réduit en fusion des roches préexistantes.

M. Constant Prévost demande à M. Laugel si M. Lyell, qui a étudié les puissantes assises de charbon de l'Amérique et leurs nombreuses alternances, a formulé une opinion sur le mode de formation de ces couches.

M. Laugel répond que M. Lyell n'a pas traité cette question.

M. Élie de Beaumont donne lecture de la note suivante :

Mémoire sur le platine des Alpes, par M. Émile Gueymard.

Mes quatre premiers mémoires sur la découverte du platine dans les Alpes ont été publiés dans les *Annales des mines* et dans les *Comptes rendus du Conseil général de l'Isère*. Deux extraits ont paru dans les *Comptes rendus de l'Institut*. Cette question toute neuve, n'ayant jamais eu de précédents, n'a pas pu être traitée suivant un plan régulier. J'ai trouvé pour la première fois le platine dans le cuivre gris du Chapeau (Hautes-Alpes). J'ai dû alors le rechercher dans tous les cuivres gris, puis dans les substances de filon; plus tard, mes études ont été dirigées sur les roches anciennes, et enfin sur les roches modernes.

Doser le platine en très petite quantité dans les substances de filon et dans les roches, c'était pour moi un problème neuf. Je ne suis arrivé à la solution par les liqueurs citées qu'après des études laborieuses.

Tableau des substances analysées sur 100 grammes.

	milligr.
Sable du Drac, bien lavé, pris vers le pont de fer. . .	0,0665

GRÈS ET CALCAIRES.

1. Grès moucheté nummulitique de Méollion, à Champoléon (Hautes-Alpes)	0,1000
2. Grès violacé nummulitique dans les calcaires, Champoléon.	0,1666
3. Sables nummulitiques du ruisseau de Méollion. . .	0,1665
4. Calcaire nummulitique de Champoléon.	0,1332
5. Calcaire oxfordien au-dessus de la porte de France, près de la maison de M. Longchamp.	0,0333
6. Calcaire à Lucines, de la Fontaine Ardente (Isère). .	0,0222
7. Calcaire oxfordien de Corenc, près Grenoble. . . .	0,1366
8. Calcaire de la Grave (Hautes-Alpes), lias.	0,0366
9. Calcaire de la Valentine, formation des lignites d'Aix (Provence).	0,0333

MOLLASSES.

Coupe du terrain de molasse de Foreppe, près Grenoble.

Assise n° 1.	0,0366
Assise n° 2	0,0333
Autre banc, bis	0,0366
Assise n° 3.	0,0277

	milligr.
Autre banc, <i>bis</i>	0,0333
Autre banc, <i>ter</i>	0,0443
Assise n° 4.	0,0443
Assise n° 5	0,0333
Assise n° 6	0,0313
Autre banc, <i>bis</i>	0,0553
Autre banc, <i>ter</i>	0,0953
Assise n° 7.	0,0513
Autre banc, <i>bis</i>	0,0750
Autre banc, <i>ter</i>	0,1333
Assise n° 8	0,0333
Mollasse de Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme).	0,0666

FER SULFURÉ.

1. Fer sulfuré du bourg d'Oisans (Isère).	0,4833
2. Fer sulfuré de la Balme, commune de la Chapelle- du-Bard (Isère).	0,4000
3. Fer sulfuré de la Ferrière, canton d'Allevard.	0,4833
4. Fer sulfuré des environs de Villard d'Arène (Hautes- Alpes).	0,4333
5. Fer sulfuré du Rif-du-Sap, Valgodanard (Hautes- Alpes).	0,0000
6. Fer sulfuré magnétique de Bodemnis (Bavière).	0,0476

GALÈNES.

Galène contenant un peu de cuivre gris, de Montjean, au-dessus de Vaulnaveys (Isère).	0,0333
Terre de la Calle, espèce de tuf, du filon de plomb de Saint-Pierre-de-Belleville (Savoie).	0,4000
Galène du Devonshire. Traces d'or	0,0000
Galène de Carthagène (Espagne). Traces d'or.	0,0000

CUIVRE.

Cuivre gris et cuivre carbonaté, concession C. Allevard.	0,4440
Cuivre pyriteux et carbonaté de Freydan, près de Belladonna, vallée de l'Isère. Traces d'or.	traces.
Cuivre gris des ruines de Séchilienne (Isère).	traces.
Cuivre gris de Guillaume-Peyrouse, Valgodanard (Hautes-Alpes).	0,4000
Cuivre carbonaté de Guillaume-Peyrouse.	0,2500
Autre échantillon	0,2666
Autre échantillon ayant beaucoup de gangue.	0,4436
Cuivre sulfuré du sud de l'Angleterre.	néant.
Cuivre oxydulé du sud de l'Angleterre.	néant.
Cuivre oxydulé rouge argileux, Cornouailles	0,4333
Cuivre métallique on sable, Coroco (Bolivie).	néant.

FONTES, FERS ET ACIERS.

	milligr.
Fontes de Vizille obtenues avec les minerais de fer carbonaté, fondues avec l'anhracite.	
Fonte blanche.	0,0039
Fonte traitée	0,0045
Fonte grise.	0,0045
Fonte de Riouperoux au charbon de bois, Isère.	0,0161
Acier fabriqué avec les fontes de Riouperoux	0,0355
Acier brut fabriqué avec les fontes des minerais d'Articol (Isère).	0,0447
Acier dit de Hongrie, fabriqué avec les fontes d'Épierre (Savoie).	0,0595
Acier raffiné avec les mêmes fontes.	0,0550
Acier brut avec les mêmes fontes.	0,0447
Acier raffiné fait avec les fontes blanches rhénanes.	
Trace d'or	0,0215
Acier naturel de Rives (Isère).	0,0358
Fer laminé des forges de Vienne, fait avec les minerais oolitiques (Isère). Traitement au coke et à la houille.	0,0120
Fer des Pyrénées.	0,0494
Fer cimenté des Pyrénées.	0,0854
Acier des Pyrénées	0,0425
Fontes de Savoie, minerais de fer spathique.	0,0200
Acier de Styrie des forges impériales.	0,0447
Fer d'Angleterre. Staffordshire.	0,0192
Fer de Suède cimenté.	0,0366
Acier de Suède	0,0120

L'or qui provient de l'exploitation des sables fait au moins les 5/6 de celui qui est exploité annuellement sur le globe. Ce métal s'y trouve en petites paillettes très minces, puisqu'il en faut de 17 à 22 pour faire 1 milligramme.

Dans les sables du Rhin où les orpailleurs gagnent de 1 franc 50 centimes à 2 francs par jour, on n'y trouve que 8 billionièmes d'or (0,000,000,008). Ces sables sont exploitables. Le mètre cube pèse 1,800 kilogrammes, contenant, par conséquent, 0^{sr},0144 or.

Le mètre cube de sable renferme de 4,500 paillettes à 36,000.

Quand il y a 4,500 paillettes, il n'y en a qu'une pour 400 grammes de sable ; lorsque le sable en contient 36,000, il y a deux paillettes tous les 100 grammes.

Tableaux des sables aurifères du Rhin, d'Elder en Westphalie, de la Sibérie et du Chili.

SUR CENT GRAMMES DE SABLE.	RHIN.	ELDER.	SIBÉRIE.	CHILI.
	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.
Première qualité. Sables riches.	0,0562	0,0390	0,6000	7,8080
Deuxième qualité.	0,0243	0,0222	»	»
Troisième qualité. Moyenne des sables exploités.	0,0432	0,0430	0,2600	0,9760
Moyenne du gravier non exploitable.	0,0008	0,0046	0,0650	0,1000
Minimum des sables exploités.	0,0420	»	0,1000	»

Comparons maintenant la richesse or des sables du Rhin avec la richesse platine du tableau ci-dessus de mes analyses.

Le sable du Drac est plus riche en platine que le sable du Rhin première qualité en or.

GRÈS ET CALCAIRES.

Les n^{os} 1, 2, 3, 4, 7 ont des richesses plus grandes que les sables du Rhin première qualité; les n^{os} 5, 8, 9 sont plus riches que les mêmes sables deuxième qualité; le n^o 6 plus riche que le sable troisième qualité.

MOLLASSES.

Les n^{os} 6, 7 plus riches que les sables première qualité.

Tous les autres sont plus riches que les sables deuxième qualité.

FERS SULFURÉS.

Les n^{os} 1, 2, 3, 4 plus riches que les sables première qualité.

Le n^o 6 plus riche que le sable deuxième qualité.

CUIVRES.

Tous les sables sont beaucoup plus riches que les sables première qualité.

Comment se trouve le platine dans toutes les substances où j'ai constaté sa présence? L'or dans les sables est à l'état de paillettes, mais je n'ai jamais pu reconnaître le platine ni à la vue ni au microscope. Il est bien vrai que sa couleur gris terne est peu favorable à ce genre d'observation. J'ai trouvé quelquefois des traces d'or dans quelques calcaires, dans des substances de filon,

et une seule fois dans une mollasse prise à Voreppe, pouvant être dosé. Le même échantillon n'en a plus donné. C'était donc une paillette qui s'est trouvée accidentellement dans le premier essai. Pour le platine, je suis arrivé à une loi presque générale. Les roches sont d'autant plus platinifères qu'elles sont plus modernes. Ainsi les mollasses, les grès et calcaires nummulitiques, analysés jusqu'à ce jour, ont donné du platine en plus grande quantité que les roches inférieures. Dans la même couche, la richesse n'est pas rigoureusement constante en platine, mais je dois dire que les différences ne sont pas grandes. Ces différences sont beaucoup plus grandes dans les gîtes de cuivre gris. Dans le même filon, j'ai trouvé accidentellement de fortes proportions de platine, et les échantillons voisins n'en ont pas donné la moindre trace. Les filons de fer carbonaté ont des richesses variables; quelques-uns aussi n'ont pas donné de platine.

Les fontes, les fers et les aciers, produits en Dauphiné et en Savoie avec des minerais de fer carbonaté, sont tous platinifères sans exception. Les fers et les aciers des Pyrénées, de la Styrie, de la Suède et de l'Angleterre ont aussi donné du platine. Dans nos contrées, le platine commence dans le lias, et on le suit jusque dans le diluvium alpin. Est-il particulier au terrain des Alpes que j'ai étudié, ou bien se trouvera-t-il ailleurs? Depuis 1849, j'ai soulevé cette question en l'abandonnant au ministère des travaux publics. Les Alpes ne pouvaient pas en présenter une plus intéressante au point de vue géologique, et je dirai même métallurgique, car j'ai la conviction que le platine joue un rôle dans les fers et les aciers de ces contrées.

Je dois indiquer en terminant qu'à l'exception des fers et des aciers, toutes les autres analyses ont été faites sur 34 grammes de substance. J'ai multiplié le produit par 3 pour avoir le platine contenu dans 100 grammes en nombre rond.

M. Élie de Beaumont lit la traduction suivante du compte-rendu, imprimé dans le journal anglais *Athenæum*, de la séance tenue à Liverpool, le samedi 30 septembre 1854, par la section de géologie de l'Association britannique pour l'avancement de la science.

Sur la géologie de l'Inde, par M. G.-B. Greenough.

L'auteur a commencé sa communication en faisant observer que l'étude des corps organisés fossiles est la pierre angulaire de la

géologie moderne, et qu'on peut apprendre beaucoup plus de l'histoire de la terre des fossiles organiques que de la nature et des propriétés de la matière inorganique. L'idée d'une succession définie des masses minérales ne peut plus être soutenue, chaque formation contenant ses grès, ses argiles et ses calcaires, disposés régulièrement ou irrégulièrement. Une même couche change de caractères minéralogiques en passant d'une contrée à une autre, ou même dans les limites d'une seule contrée, et quelquefois dans l'étendue d'une carrière. Le contact d'une roche ignée ou platonique avec une roche sédimentaire change quelquefois l'aspect de cette dernière, de manière à la rendre méconnaissable. La transformation du lias en pierre lytienne, du calcaire jurassique en dolomie, de la craie en marbre, du grès ou de l'argile en jaspe, montre combien il est dangereux d'accorder une confiance implicite aux caractères minéralogiques. La prodigieuse quantité de roches platoniques qui occupent les parties septentrionales, aussi bien que les parties méridionales de l'Inde, ne sont pas le produit d'une époque déterminée, mais plutôt de plusieurs époques; et probablement il existe dans cette contrée un grand nombre de couches secondaires qui n'ont pas encore été découvertes. Les parties les moins connues sont le Cashmire et le Népal, la côte occidentale du Guzerate et une vaste surface dans l'Orissa et la contrée environnante. Ce qui suit est un court extrait de la communication de M. Greenough, qui était illustrée par une grande carte géologique coloriée de toute la contrée.

Post-tertiaire. — *Regur*, ou terrain à coton, espèce de *trapp-tuf* ressemblant au limon du Nil ou à la terre noire de Russie. Il est répandu sur le plateau des districts cédés et du Mysore, et flaque les montagnes des Neilgherries et de Salem, couvrant presque tout le plateau du Deccan, mais il n'a pas été observé dans le Konkan. Le *kunker* est une substance concrétionnée, analogue au travertin d'Italie, remplissant les fissures et les cavités des roches sous-jacentes. Des ossements de Mastodonte y ont été trouvés, et les couches les plus récentes de ce dépôt contiennent des fragments de poterie. Il fournit une pierre à bâtir grossière, et l'on s'en sert largement pour la production de la chaux. On désigne, sous le nom local de *gootin* et de *chunam* un calcaire argileux, employé comme pierre de construction dans le Bengale, le Behar, à Benarès, etc., qui se montre en nodules dans le terrain d'alluvion, dont l'épaisseur, à Calcutta, est de 500 à 600 pieds anglais (152 à 183 mètres). Près de Benarès il contient des fragments de coquilles d'eau douce. Au sud de Madras on trouve une argile

qui abonde en coquilles marines, employées pour faire de la chaux, de préférence aux coquilles de la plage, comme plus exemptes de sel.

La *laterite*, ou pierre à briques de Buchanan, ressemble au trapp du Rhin, au peperino et à la pouzzolane d'Italie. Il s'étend à Malacca, à Siam, à Sumatra, à Singapore, etc. Il couronne les sommets les plus élevés des Ghauts orientales et occidentales, et a une épaisseur moyenne de 400 pieds anglais (30 mètres), formant des collines mollement arrondies ou de larges terrasses et quelquefois s'étend en larges nappes ayant de quelques pouces à 250 pieds anglais d'épaisseur (76 mètres), qui se terminent par des escarpements verticaux et sont coupées par des vallées qui serpentent comme des rivières et présentent un fond plat. Les cavernes ne sont pas rares dans cette roche. A Travancore, on trouve dans les escarpements de latérite des couches de lignite de 50 à 60 pieds anglais d'épaisseur (15 à 18 mètres).

Pliocène et miocène. — Dans la chaîne salifère du Punjab, la couche la plus élevée contient des ossements d'Éléphant, de Cheval, de Bœuf, de grande Antilope, d'Hyène, etc., et peut être considérée comme la prolongation de la formation de Sevalik. Sur la surface de la plaine située entre le territoire britannique et le Thibet, on voit s'étendre un dépôt à blocs erratiques, contenant des ossements d'Hippotherium, de Rhinocéros, d'Éléphant et de divers ruminants. Des ossements de Mastodonte et d'autres mammifères se trouvent dans le Perim, ainsi que dans le golfe de Cambay et dans le territoire du Nizam.

Eocène. — L'argile de la falaise de Caribari, dans le N.-E. du Bengale, a été décrite par M. Colebrook comme ressemblant à l'argile de Londres et comme contenant des coquilles, des palais de poisson et des défenses épineuses semblables à ceux de l'argile de l'île de Sheppy (à l'embouchure de la Tamise). M. le major Fulljames décrit une argile avec *Septaria* comme celle de Londres qu'on a rencontrée en creusant un puits au N. de Gogo; on l'a atteinte à la profondeur de 35 pieds anglais (11 mètres), et elle n'était pas complètement traversée à la profondeur de 356 pieds anglais (109 mètres). Une argile avec des coquilles analogues, quant aux genres, à celles du bassin de Londres, a été trouvée sur les bords de l'Irawadi, dans le pays des Birmans. Des coquilles silicifiées ont été trouvées par M. Voysey entre deux assises de trapp dans le Deccan. Des fragments de silex chert et de pierre argileuse, contenant du sable et des coquilles d'eau douce (des genres *Bulime*, *Succinée*, *Unio*, *Mélanie*, *Limnéc*, *Physc*, *Palu-*

dine et des débris de Cypris et de Chara), se trouvent enveloppés dans le trapp et répandus sur sa surface dans les Sichel Hills.

Des couches à *Nummulites* entourent le golfe Persique, suivent la chaîne de l'Elborus et le plateau de l'Iran, atteignent les montagnes du Caubul et l'Himalaya occidental, descendent la chaîne de Solyman et suivent celle de Hala jusqu'à l'embouchure de l'Indus. Elles continuent ensuite à l'E., le long du flanc de l'Himalaya jusqu'au confluent du Gange et du Brahmapootra. Elles ont été suivies sur 25 à 26 degrés en longitude depuis le Belouchistan jusqu'à l'E. du méridien de Calcutta, et sur 12 degrés de latitude depuis le Ranu de Cutch jusqu'au nord de Cashmire.

Terrains crétacés. — Il paraît qu'une branche de la masse principale de la craie s'étend du Taurus au sommet du golfe persique. Les couches crétacées du Deccan ont été décrites, pour la première fois, par M. Newbold, en 1840. Les fossiles de Pondichéry ont été reconnus par M. Forbes comme néocomiens; ceux de Verdachellum et de Trichinopoli comme les équivalents du grès vert supérieur et du gault. — M. d'Orbigny a considéré le tout comme sénonien ou comme de l'âge de la craie. Les collections renfermaient un grand nombre de genres considérés précédemment comme caractéristiques des terrains tertiaires (Cypréc, Olive, Triton, Pyrule, Nérite, et de nombreuses espèces de Volutes); et M. le professeur Forbes en a inféré que ces genres ont apparu plus tôt dans les mers orientales. Des roches ressemblant au *green sand* et particulièrement au *kentish rag* ont été observées par M. le docteur Jack dans l'île Sumatra, et de la craie blanche tendre avec Échinites, à Bencoolen. Des couches crétacées se trouvent aussi à Bornéo.

Système jurassique ou oolithique. Kelloway rock (Étage callovien de M. d'Orbigny). — Des représentants de cette formation ont été trouvés dans le Cutch par M. le capitaine Grant; ils se composent d'argile schisteuse et de schiste calcaire en couches horizontales formant les collines couronnées de grès, contenant des variétés de la *Trigonia costata*, de l'*Ammonites Herveyi*, etc...

Houille oolithique. — La position relative de la houille de l'Inde a, jusqu'ici, défilé toutes les recherches, mais elle peut sans doute être classée avec la houille de Brora, en Écosse (houille qui appartient au système oolithique). Dans le Cutch elle est inférieure au grès de Kelloway et elle est partout traversée par des failles (dykes), par des surfaces de glissement, par d'autres dislocations.

Argile d'Oxford, fuller's earth. — Dans la partie de l'Himalaya

examinée par M. le capitaine Strachey, les calcaires et les argiles schisteuses secondaires, parallèles à la chaîne silurienne, ont présenté une épaisseur de plusieurs milliers de pieds. La partie supérieure était presque entièrement composée en quelques parties de fragments de coquilles dont les espèces ressemblaient aux formes connues dans le corubash et le fuller's earth. Au-dessus de ces couches se trouvent des argiles schisteuses, noires, peu solides, avec des nodules durs contenant des Ammonites et des Bélemnites de l'âge de l'oxford-clay; la roche ammonitifère s'étend probablement jusqu'à la partie orientale du Népal. Les Ammonites se montrent à une hauteur de 18,000 à 19,000 pieds anglais (5483 à 5788 mètres) et sont, de la part des indigènes, l'objet d'un respect superstitieux. La série oolithique forme un élément important dans la constitution géologique de l'Afghanistan oriental et de l'Inde septentrionale. On a reconnu qu'elle s'étend au Sud depuis le Cutch, le long de la ligne de montagnes qui flanque l'Indus, et qu'elle forme l'escarpement du plateau de l'Afghanistan, jusqu'à la chaîne salifère du Panjab supérieur.

Les roches de la série oolithique ont été observées le long de la route de Caubul et au nord de cette ville. Au nord des grands pics neigeux de l'Himalaya, elles suivent le bord méridional du plateau du Thibet.

Dans le Rajpootana on trouve un grand nombre de marbres d'espèces particulières, dont sont bâtis le Taj-Mahal et les palais de Jodpoo. Parmi ces marbres on rencontre une Lamachelle ou marbre à coquilles opalines, de l'âge jurassique probablement. Dans le Deccan on trouve des marbres blancs granulaires qui doivent être métamorphiques et se présentent partiellement. De nombreuses couches de gypse se rencontrent dans la Présidence de Madras, mais leurs relations sont incertaines. Le grès à diamants de Golconde est une brèche plus ou moins compacte, rouge et blanche, sans fossile; son âge exact est inconnu. Des sources salées surgissent souvent du grès ou dans son voisinage. Avec le calcaire qui lui est sous-jacent, ce grès couvre de larges surfaces en couches presque horizontales, mais sur les bords des plaines de Cuddapah il s'élève en couches fortement inclinées appuyées immédiatement sur le granite. On assure que des traces de houille existent dans le grès à diamants au nord-ouest de Nagpoo et s'y trouvent abondamment le long de la vallée de la Nerbudda.

Houille de Burdwan. — A Burdwan la houille a un caractère schisteux. Les genres de plantes qui l'accompagnent sont en partie

connus en Angleterre, d'autres le sont en Australie, d'autres sont particulières à la localité. Parmi les genres connus en Angleterre, quatre se trouvent dans le terrain houiller, savoir : les genres *Sphenophyllum*, *Poacites*, *Calamites* et *Pecopteris*.

Terrain jurassique du Deccan. — MM. Hislop et Hunter ont constaté que le grand dépôt de trapp des Ghauts occidentales repose sur un grès avec débris végétaux, principalement de fougères, *Pecopteris*, *Cyclopteris*, *Sphenopteris*, *Equisetites*, de nombreuses espèces de *Glossopteris*, et la *Fertebraria indica* qui caractérise aussi les couches de Burdwan. On a trouvé à Godavery le *Lepidotus deccanensis*, rapporté par sir Philippe Egerton à l'oolithe inférieure, ou au lias.

Trias. — Nouveau grès rouge, marne rouge. Le grès des Bandair Hills et de Sagar est rapporté à cette formation. D'après M. James Hardie, le nouveau grès rouge peut être suivi à travers le Baralpur, au nord à travers le Delhi, où on peut le rattacher aux roches contenant du gypse et du sel gemme dans le Lahore, le Moultan, etc., et au sud vers le Cutch et peut-être jusqu'en Perse, formant une zone autour de la grande formation élevée de l'Inde centrale, et séparant cette formation des roches primordiales. Le muschelkalk a été observé par M. le capitaine Strachey au nord de la vallée de Niti, dans l'Himalaya : ses fossiles ressemblent à ceux de Saint-Cassian, mais les espèces sont toutes distinctes. On a recueilli 35 espèces appartenant aux genres Cératite, Goniatite, Ammonite, Spirifer, Térébratule, *Chonetes* (?), Pecten, Pholadomye.

Calcaire carbonifère. — Les restes organiques recueillis par M. le docteur Fleming près de la base de l'escarpement de la chaîne salifère, dans l'Himalaya, renferment le *Productus Cora* et l'*Athyris Royssii*.

Dévouien (?). — Chaîne salifère de Kala. Le sel est principalement extrait de la chaîne entre le Jhelum et l'Indus. D'après M. le docteur André Fleming, la marne rouge gypsifère avec le sel gemme se trouve à la base même de la section au-dessous des argiles schisteuses bitumineuses avec lignites et calcaire carbonifère, et il la place parmi les roches dévouiennes. Cependant du sel gemme impur et des sources salées se montrent dans les chaînes extérieures de l'Himalaya dans des couches regardées comme éocènes. Les argiles schisteuses bitumineuses renferment en abondance des pyrites de fer, au moyen desquelles on prépare de l'alun exactement comme à Whitby. La fabrication a été poursuivie par les

ancêtres de ceux qui y sont occupés en ce moment, pendant huit générations. On n'a pas trouvé de fossiles dans les couches salifères du Panjab.

Silurien. — Les régions les plus élevées de l'Himalaya fournissent un grand nombre de formes de Trilobites, de mollusques et de zoophytes caractéristiques de la période silurienne, et très analogues à celles d'Europe, sans qu'aucune peut-être soit identique avec ces dernières.

Dans la discussion qui suivit la communication de M. Greenough, M. le professeur Sedgwick insista sur l'importance de l'étude des caractères minéralogiques et de la structure physique des terrains, et il soutint que sans cette étude la géologie n'aurait jamais existé, et que l'ordre de succession des couches n'aurait jamais été découvert, quoique les Cuvier et les Owen eussent restitué tous les animaux qui ont existé depuis l'origine des choses. Il est résulté des écrits trouvés après la mort de sir Joseph Banks, que le révérend professeur Mitchell, de Cambridge, avait déterminé la succession des couches du sol britannique, même avant que William Smith eût fait sa grande généralisation. Et dans le moment actuel, les recherches de pure géologie physique pourraient être de la plus grande importance, non-seulement au point de vue scientifique, mais dans leurs conséquences relativement à tous les objets utiles à la vie de l'homme.

M. le professeur Phillips rappela le soin scrupuleux avec lequel M. Greenough avait examiné pendant de longues années la structure minéralogique des terrains, et il fit observer que ce serait une grande erreur que de séparer cette branche de recherches de l'étude des fossiles, ou de négliger l'une ou l'autre.

M. le professeur Forbes déclara, au sujet des listes de fossiles contenues dans le travail de M. Greenough, que toutes les identifications d'espèces de fossiles de l'Inde avec des espèces de fossiles britanniques méritaient vérification.

Sir Philippe Egerton fit connaître le résultat de l'examen fait par lui de ce qui avait été envoyé à la section comme *une dent fossile de l'Inde* par M. S. Oldham. D'après l'examen auquel il s'était livré, il était convaincu que ce débris organique n'était pas une dent, mais une écaille dorsale de quelque grand poisson ganoïde, dont l'espèce n'avait pas encore été déterminée.

(Le reste de la séance a été exclusivement consacré à la discussion de questions relatives à la géologie de la Grande-Bretagne.)

Séance du 23 avril 1855.

PRÉSIDENTICE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, 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.

M. HUMBERT (Aloys), conservateur du musée, à Genève (Suisse); présenté par MM. le professeur Pictet et Delesse.

HUZAR (Gustave), rue Saint-Guillaume, n° 29, à Paris; présenté par MM. Charles d'Orbigny et Albert Gaudry.

Le président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Belgrand :

1° *Etudes hydrologiques dans le bassin de la Seine, entre la limite des terrains jurassiques et Paris*, in-8, 228 p., 1 pl. Avallon, 1854.

2° *Recherches statistiques sur les sources du bassin de la Seine qu'il est possible de conduire à Paris, exécutées en 1854, d'après les ordres de M. le Préfet de la Seine*; in-4, 88 p., 3 tableaux et une carte: Paris, 1854; Imprimerie impériale.

De la part de M. Thomas Davidson, *A monograph of british cretaceous Brachiopoda*, 2^e partie; in-4. London, 1854.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1855, 1^{er} semestre, t. XL, n° 46.

L'Institut; 1855, n° 1114.

The quarterly Journal of the geological Society of London; vol. XI, part. I^{re}; 1855, n° 41.

The Athenæum; 1855, n° 1434.

Revista minera; 1855, n° 118.

Le Secrétaire lit la lettre suivante de M. Lory :

Valence, 4 avril 1855.

Monsieur et cher confrère,

Je viens de revoir la base de la montagne de Crussol, et j'ai à vous adresser une note qui complétera et éclaircira quelques points du compte-rendu de la session extraordinaire à Valence. En effet, je viens d'y constater positivement l'existence des grès du lias supérieur, avec une petite couche d'oolite ferrugineuse, comme à Saint-Priest-lez-Privas; j'y ai trouvé *Belemnites tripartitus*, *Ammonites bifrons*, *A. complanatus*, *A. radians*, etc. L'étage bajocien me paraît également bien caractérisé, immédiatement au-dessus; il comprendrait une couche de grès à grosses Térébrales, puis des calcaires bleus siliceux que la Société a examinés et sur lesquels repose la petite couche ferrugineuse kellovienne. Dans ces calcaires bleus eux-mêmes j'ai trouvé plusieurs Ammonites qui me semblent justifier le classement de cette assise dans l'étage bajocien. Ainsi la base de Crussol offrirait exactement la même coupe que les environs de Privas, avec plus de netteté encore dans les caractères paléontologiques des diverses couches.

M. Rozet fait observer que la constitution géologique de la montagne de Crussol est la représentation de celle des Alpes; dans ces deux contrées, la superposition est la même: des grès à la base, au-dessus l'étage bajocien, au-dessus encore les étages callovien et oxfordien. C'est un fait remarquable que cette continuation des terrains alpins de l'autre côté du Rhône.

M. Barrande fait la communication suivante :

Remplissage organique du siphon dans certains céphalopodes paléozoïques.

Dans une communication que j'ai eu l'honneur de faire à la Société, sur le genre *Ascoceras*, j'ai eu l'occasion de mentionner en passant le fait du remplissage organique du siphon dans les Orthocères du groupe des *vaginati*, et notamment dans *O. duplex* du nord de l'Europe, et dans les formes analogues du nord de l'Amérique, auxquelles J. Hall a donné le nom de *Eudoceras*. (Séance du 22 janvier et du 19 février 1855.)

L'observation de ce fait, dans ce groupe, nous a permis de

mieux interpréter les apparences des fossiles qui lui appartiennent et que leurs formes et leur haute antiquité rendent doublement intéressants pour la science. Mais les animaux du groupe des *vaginati* n'ont pas été les seuls donés de la faculté de sécréter un dépôt organique, destiné à obstruer successivement la capacité de leur siphon. Nos recherches étendues à tous les céphalopodes anciens, dont les restes nous sont accessibles, et principalement aux Nautilides, nous ont conduit à reconnaître que l'obstruction graduelle du siphon avait lieu, non-seulement dans les autres groupes du genre *Orthoceras*, mais encore dans d'autres genres voisins, tels que *Cyrtoceras*, *Phragmoceras* et *Gomphoceras*.

En général, d'après les résultats de nos investigations jusqu'à ce jour, le dépôt organique se reconnaît aisément, et sauf peu d'exceptions, dans tous ceux des Nautilides qui ont un large siphon, tandis qu'on n'en trouve pas la trace certaine dans ceux qui ont un siphon étroit. Cette observation nous aide à concevoir pourquoi nous n'avons pas pu réussir à constater la présence d'un semblable dépôt dans les siphons des Ammonides, qui ont ordinairement un très faible diamètre. On sait, d'ailleurs, combien il est difficile de se procurer des exemplaires qui se prêtent à de pareilles recherches. Nous engagerons donc les savants, pourvus des matériaux nécessaires, à s'assurer de la généralité du fait que nous n'énonçons qu'avec réserve, relativement à la famille des Ammonides.

Dès qu'il nous a été démontré que certains Nautilidés, constituant une portion notable de cette famille, sous le rapport numérique des espèces, avaient régulièrement et normalement obstrué leur siphon durant le cours de leur existence, il nous a semblé que ce fait mériterait d'être étudié sous un double point de vue. D'abord, dans l'intérêt de la zoologie, il doit être utile de constater, dans les céphalopodes les plus anciens, l'activité des sécrétions émanant des diverses parties du corps, la forme, la position, l'étendue, et les effets de ces dépôts organiques, afin de bien apprécier les rapports qui peuvent exister, non-seulement entre les représentants de cette classe, aux diverses époques du monde, mais aussi entre les céphalopodes et les autres classes des mollusques.

En second lieu, au point de vue de nos études géologiques, vous concevrez combien il doit être important pour le paléontologue, qui étudie les formes extérieures, et la structure interne des coquilles polythalamnes avant leur fossilisation, de reconnaître en même temps toutes les modifications que cette structure pouvait

subir, suivant les progrès de l'âge de l'animal. En effet, les modifications du siphon, par le dépôt organique, changeraient déjà l'apparence de la coquille, lors même que ce dépôt n'aurait point été altéré depuis la mort du mollusque, et pourraient induire à des distinctions spécifiques erronées. Mais si l'on considère toutes les réactions variées, que les dépôts organiques peuvent avoir subies, suivant les divers milieux où les coquilles ont été ensevelies, durant tant de siècles, on concevra que les individus d'une même espèce ou d'un même genre, pourraient bien s'offrir à nous sous des apparences si diverses, que nous serions naturellement entraînés à les classer sous différentes dénominations génériques. C'est là, précisément, ce qui a eu lieu pour des fossiles appartenant, selon nous, à un seul et même groupe du genre *Orthoceras*, tandis que des savants, d'une autorité très respectable, en ont fait les types des genres *Actinoceras*, *Ormoceras*, etc.

Or, s'il n'y a pas grave inconvénient à méconnaître un genre en zoologie, il n'en est pas de même en paléontologie, puisque la présence ou l'absence des mêmes types nous fournit des arguments pour établir nos horizons géologiques à grandes distances. Il est, d'ailleurs, très fâcheux en soi, de compliquer la nomenclature par des noms inutiles, qui ajoutent aux difficultés de la science.

D'après ces considérations, et dans le but spécial de faire rentrer dans le genre *Orthoceras* les formes qui en ont été séparées sous les noms de *Actinoceras*, *Ormoceras*, *Conotubularia*, etc., nous nous proposons d'exposer à la Société, d'une manière générale et sans entrer dans beaucoup de détails, le fait du dépôt organique dans le siphon de certains Nautilides. Comme la solution de toutes les questions relatives aux restes fossiles des mollusques anciens est toujours facilitée et élucidée par l'étude des mollusques modernes, nous commencerons par communiquer quelques observations sur les procédés par lesquels certains gastéropodes vivants remplissent leur coquille, au fur et à mesure de leur développement. Nous appellerons donc successivement votre attention sur les sujets d'étude suivants :

- § I. Dépôt vitreux ou remplissage organique de la coquille dans les gastéropodes vivants et fossiles.
- § II. Remplissage organique analogue à celui des gastéropodes, dans le siphon des Orthocères dits *vaginati*.
- § III. Remplissage organique sous la forme d'anneaux obstruc-teurs isolés, dans les Orthocères à siphon cylindroïde.
- § IV. Remplissage organique sous la forme d'anneaux obstruc-teurs

contigus, dans les Orthocères à siphon nummuloïde, *O. docens*.

§ V. Interprétation des apparences offertes par les formes dites *Actinoceras* et *Ormoceras*.

§ VI. Remplissage organique dans diverses autres espèces d'Orthocères, à siphon nummuloïde, du nord de l'Europe.

§ VII. Remplissage organique dans divers genres, sous la forme de lamelles rayonnantes.

§ VIII. Observations générales sur le remplissage du siphon des céphalopodes.

§ I. — *Dépôt vitreux, ou remplissage organique de la coquille, dans les gastéropodes vivants et fossiles.*

On sait que dans plusieurs genres de gastéropodes des mers actuelles, l'animal, en s'élevant dans sa coquille, dépose sur les parois internes une substance solide, produite par sécrétion à la surface de sa peau ou manteau. Cette substance se distingue aisément de celle qui constitue le test primitif, ou externe, parce que ce test paraît toujours plus compacte, indépendamment de la teinte plus ou moins prononcée qu'il peut offrir. Le dépôt postérieurement formé à l'intérieur de la coquille est, au contraire, beaucoup moins dense en apparence, et souvent il paraît transparent comme du verre plus ou moins pur, ce qui lui a fait donner le nom de *dépôt vitreux* par les conchyliologues. Nous remarquons d'ailleurs, dans la plupart des cas, que la section du dépôt vitreux est rubanée, c'est-à-dire indique une formation par couches de densité, d'aspect et de couleur assez diverses, accusant des variations correspondantes dans les sécrétions, en raison sans doute de la nourriture prise par l'animal, ou d'autres circonstances analogues. Dans certaines espèces, le dépôt organique se montre comme une substance calcaire homogène, dans laquelle les couches successives ne sont plus distinctes, et alors toute la masse prend l'aspect rayonné et fibreux que l'on remarque dans la section transverse du rostre des Bélemnites, qui, comme on sait, a été aussi originellement formé de couches concentriques.

Lorsqu'un gastéropode a ainsi déposé un certain nombre de couches, soit sur la paroi interne de son test, soit sur sa columelle, on conçoit que le vide interne de sa coquille soit obstrué, et si l'animal progresse lentement de bas en haut, tout l'espace qu'il abandonne se trouve exactement rempli par le dépôt vitreux. C'est en effet ce que nous observons sur diverses coquilles, dont les sec-

tions longitudinales sont sous nos yeux, et qui appartiennent aux genres : *Strombus*, *Cassis*, *Terebra*, *Rostellaria*, etc. Ces coquilles ont été fort habilement préparées pour l'Exposition universelle par M. Philippe Potteau, préparateur au Jardin des plantes.

Il est bon de remarquer que le dépôt ne se fait pas seulement dans les tours les plus anciens, ou vers la pointe de la coquille, mais simultanément sur tous les tours, jusqu'au dernier construit, où nous en trouvons déjà la première trace, dans la plupart des genres nommés. Ce fait indique que la faculté de sécrétion s'étend sur toute la longueur du manteau, et non pas seulement à sa partie postérieure, ce qui aurait suffi, si le but du dépôt avait été uniquement d'obstruer l'espace abandonné par l'animal. Il est aussi important de faire observer au lecteur que, malgré l'extension que nous signalons pour cette faculté, toute la surface du corps ne paraît pas en jouir au même degré, car la columelle est ordinairement beaucoup moins chargée de dépôt vitreux que les parois internes du test. Dans beaucoup de cas, cet axe solide reste encore à nu, lorsque la surface de la coquille est déjà tapissée de nombreuses couches concentriques. Ainsi, la bande longitudinale du corps, qui s'applique sur la columelle, semble douée d'un pouvoir sécréteur, relativement très faible, par rapport au reste de la surface du manteau. Ce fait s'explique en concevant que l'adhérence des mollusques a lieu sur la columelle.

Le genre dans lequel nous observons le dépôt vitreux le plus abondant, est celui qu'on nomme *Magilus*. On sait que *M. antiquus*, Lamk., s'établit dans l'intérieur d'un polypier calcaire aux dépens duquel il vit, en étendant graduellement la crosse qui part de sa spire, au fur et à mesure de l'accroissement du polypier, de manière à maintenir à la surface de celui-ci une ouverture qui donne accès aux eaux de la mer. Ces conditions toutes particulières d'existence fournissant à *M. antiquus*, Lamk., une grande quantité de calcaire, on comprend l'étonnante activité de ses sécrétions. Des individus que M. Deshayes a eu la bonté de nous confier nous montrent un dépôt organique qui comble complètement toute la capacité de la partie spirale de la coquille, et qui se prolonge vers l'ouverture, en ne laissant dans la crosse elle-même qu'un canal conique, indiquant l'espace occupé par l'animal. Sur la section de l'un des spécimens, au point où la crosse se détache de la spire, (Pl. B, fig. 9), le dépôt vitreux présente l'aspect d'une masse d'albâtre fibreuse et rayonnante à partir du centre, où il reste à peine un vide de quelques millimètres de largeur et de profondeur. Toute trace de couches concentriques a déjà disparu dans cette substance,

d'une apparence homogène, et qui contraste, par sa translucidité, avec le test véritable de la coquille, qui est complètement opaque, et de couleur laiteuse. Nous remarquerons en passant que, par suite de l'extrême activité de la sécrétion vitreuse dans cette espèce, la surface du test proprement dit se réduit à une bande partant du sommet de la spire, et n'occupant sur la surface de ses tours qu'une largeur dont le maximum est de 4 millimètres.

Tous les gastéropodes que nous venons de mentionner obstruent leur coquille par des couches concentriques, superposées, sans laisser derrière eux aucun vide, ce qui suppose une progression à la fois lente et continue. D'autres genres, au contraire, tout en recouvrant la paroi interne de leur coquille par des dépôts plus ou moins abondants, s'avancent trop rapidement pour combler tout l'espace évacué par leur corps. Ils laissent donc en arrière des cavités qui ne sont remplies par aucune matière solide, mais sans doute par quelque gaz ou quelque liquide. Ces cavités sont fermées à leur partie supérieure par une cloison transverse, tournant sa concavité vers l'ouverture. Si l'existence des espaces vides indique dans la progression de l'animal des époques d'un mouvement accéléré, durant lesquelles la sécrétion ordinaire a dû être insuffisante pour le remplissage, la coexistence des cloisons nous montre de même des temps de repos, ou des stations périodiques de l'animal, dans sa marche ascensionnelle.

Le genre *Vermetus* nous présente à la fois, dans des espèces vivantes, la trace du dépôt vitreux par couches concentriques et des cloisons transverses. Mais si nous étendons nos regards sur les gastéropodes fossiles, une des espèces les plus connues des géologues, *Cerithium giganteum*, du bassin de Paris, nous offrira l'exemple le plus remarquable de ce double mode d'obstruction (Pl. B., fig. 8). Si l'on étudie la section longitudinale d'un individu bien développé, on y reconnaît d'abord le dépôt organique, sous la forme de couches rubanées, déposées sur la paroi interne du test, tandis que la columelle reste libre, excepté près de la pointe où nous la voyons chargée de substance vitreuse, sur la longueur de plusieurs tours. Ce dépôt présente une épaisseur variable et décroissante, à partir du sommet de la coquille jusque près de l'ouverture. Dans toute cette longueur, il reste un vide en raison inverse du dépôt. Ce vide est subdivisé par des cloisons transverses très distinctes, sub-régulièrement espacées, de sorte qu'il en existe au moins une, et parfois deux, dans l'étendue d'un tour de l'hélice. On peut constater la présence des cloisons sur le quart au moins de la longueur de la coquille, en commençant à l'extrémité aiguë. Dans l'état

de fossilisation, la substance formant le remplissage de cette espèce paraît beaucoup moins compacte que celle du test.

Nous ne doutons pas que beaucoup d'autres gastéropodes fossiles, soit de l'époque tertiaire, soit des époques géologiques antérieures, ne puissent nous fournir tôt ou tard de nouveaux exemples des mêmes procédés ou peut-être aussi de procédés tout différents, employés par les mollusques de cette classe, pour le remplissage de leur coquille. En attendant que ces recherches soient faites, nous nous bornerons à rappeler que dans le genre *Euomphalus*, si fréquemment rencontré dans les Faunes paléozoïques, l'extrémité aigüe de la spire est souvent subdivisée par des cloisons tout à fait semblables à celles des céphalopodes, si ce n'est qu'elles ne sont pas traversées par un siphon. Cette partie du fossile étant ordinairement remplie par du calcaire spathique, dans nos espèces, nous n'avons pas encore pu y reconnaître le dépôt organique en couches concentriques, sur les parois internes.

Nous ne terminerons pas ces indications sans signaler un fait nouveau, qui contribue à resserrer les liens nombreux par lesquels la classe des ptéropodes est unie à celle des gastéropodes. Parmi nos *Conularia* de Bohême, une espèce nouvelle, caractérisant notre faune seconde, *C. fecunda*, nous offre un test d'une épaisseur fort extraordinaire pour ce genre, car elle atteint près du quart du diamètre dans certains exemplaires. Or, ce test se compose de couches parallèles entre elles, et il nous semble par conséquent représenter le dépôt organique dont nous nous occupons. *Conularia fecunda* ne nous montre pas de cloisons, mais trois autres espèces de la même Faune, *C. bohémica*, *C. consobrina*, *C. anomala*, ont leur extrémité aigüe pourvue de quelques cloisons, tandis que leur test paraît fort mince et libre de tout dépôt interne.

Avant d'exposer nos recherches sur le dépôt vitreux, ou la substance qui le représente dans les céphalopodes, nous devons faire remarquer que ce dépôt ne peut pas être cherché dans toute la capacité de leur coquille, mais uniquement dans leur siphon, parce que le siphon seul contenant la partie postérieure du corps, ou son appendice charnu, correspond à toute la cavité interne renfermant le corps dans la coquille des gastéropodes. On sait que les loges aériennes des coquilles polythalamées, une fois construites et fermées, ne sont plus en contact avec la surface des mollusques; ainsi les parois de ces loges ne peuvent recevoir aucun dépôt de la nature de celui qui nous occupe. D'après cette observation préliminaire, notre attention ne doit se porter que sur le siphon.

Le dépôt organique dans le siphon des céphalopodes se présente,

soit sous des formes tout à fait analogues à celles que nous venons de considérer dans les gastéropodes, soit sous des formes nouvelles, et jusqu'ici particulières à la première classe des mollusques. Afin de nous faire mieux comprendre, nous étudierons successivement ces diverses formes, qui paraissent généralement dépendre de la conformation de l'enveloppe siphonale.

§ II. — *Remplissage organique analogue à celui des gastéropodes, dans le siphon des Orthocères dits VAGINATI.*

Nous distinguerons deux procédés de remplissage dans ce groupe, suivant que le dépôt se présente sous l'apparence d'une masse continue, ou bien sous une forme discontinue.

A. — *Remplissage sous la forme d'une masse continue dans les Orthocères VAGINATI du Nord de l'Europe.*

Ce mode d'obstruction de la coquille est celui qui est le plus ordinaire parmi les gastéropodes, ainsi que nous venons de le constater. Il est donc tout naturel que nous le retrouvions dans ceux des Orthocères dont le siphon offre le plus d'analogie avec la coquille des conchifères, c'est-à-dire dans le groupe des *vaginati*. L'analogie que nous invoquons ici consiste en ce que le siphon des *vaginati* renferme la partie postérieure, plus ou moins développée, du sac viscéral, et par conséquent la portion du corps représentant celle qui possède au plus haut degré la faculté de sécréter le dépôt vitreux dans les gastéropodes. Dans une communication précédente (*Bullet.*, Séance du 22 janvier 1855) nous avons exposé les faits et considérations sur lesquelles nous fondons cette interprétation des dimensions extraordinaires du siphon, dans le groupe que nous venons de nommer.

En partant de cette analogie, et par conséquent regardant le siphon de *Orthoceras duplex*, et autres espèces congénères du nord de l'Europe, comme représentant le développement en cône droit de la coquille turrulée d'un conchifère, nous serons frappés de l'extrême ressemblance ou identité qu'offre le procédé d'obstruction dans l'un et dans l'autre cas. Nous avons en effet constaté dans le mémoire cité, que le dépôt organique des Orthocères dits *vaginati*, dans le nord de l'Europe, se compose de couches superposées, concentriques à la paroi, et remplissant graduellement tout le canal du siphon, à partir de la pointe, sauf le vide conique occupé par la partie postérieure des mollusques. C'est exactement ce qui

se passe dans les *Magilus*, *Cassis*, *Strombus*, etc., de nos jours. Ainsi, le groupe prédominant parmi les céphalopodes à l'époque de leur première apparition connue, c'est-à-dire dans la Faune seconde, est précisément celui qui offre le plus complet exemple du mode de remplissage le plus ordinaire dans les gastéropodes vivants.

Ce fait nous montre, en passant, qu'il est impossible de saisir les harmonies par lesquelles sont liées entre elles les diverses classes des mollusques et autres animaux, à moins qu'on n'embrasse à la fois, dans la comparaison, toutes les formes qui ont représenté la vie animale, durant l'immense série des temps.

B. *Remplissage sous une forme discontinue dans les Orthocères VAGINATI du Nord de l'Amérique, connus sous le nom de ENDOCERAS.*

Nous avons reconnu dans le genre *Vermetus* et dans *Cerithium giganteum*, parmi les gastéropodes, que le mollusque laissait à la fois la trace d'une progression lente et continue, dans les couches concentriques du dépôt vitreux qui tapisse la paroi interne de sa coquille, et aussi la preuve d'une ascension brusque, à certaines époques, dans les vides et les cloisons transverses qui se trouvent derrière lui. C'est encore le groupe des *vaginati* qui nous fournit l'exemple d'un procédé de remplissage analogue, dans les formes du Nord de l'Amérique, connues sous le nom de *Endoceras*. Nous avons en effet montré, dans le travail déjà cité, que le siphon de ces Orthocères, considéré dans son ensemble, offre une suite de gaines emboîtées les unes dans les autres. Ce sont des cloisons de forme conique, plus ou moins espacées, et indiquant, par les vides interposés, les ascensions brusques et périodiques du mollusque. Chacune de ces cloisons étant d'ailleurs composée de spath calcaire, déposé par couches concentriques comme dans *Orthoceras duplex*, et toujours plus épaisses vers le bas que vers le haut, ce fait prouve que l'animal, après chaque mouvement brusque, a progressé d'une manière lente et continue, durant un certain temps. Il y a donc encore la plus complète analogie dans le second procédé de remplissage observé sur certains mollusques appartenant aux deux classes des gastéropodes et des céphalopodes. (Voir le Mémoire cité et les planches qui l'accompagnent.)

Les procédés de remplissage dont il nous reste à parler, et qui sont le principal objet de notre communication, n'ont pas encore été observés dans les gastéropodes, et sont particuliers aux cépha-

lopodes. La plupart de ces procédés ne sont même connus jusqu'ici que dans les Orthocères, et paraissent dépendre de la forme de leur siphon. Cette considération nous détermine, dans la vue de notre étude actuelle, à établir dans ce genre deux groupes fondés uniquement sur la forme du siphon, indépendamment de tous les groupes proposés antérieurement sous les noms de *regulares*, *annulati*, *lineati*, *cochleati*, etc. Nous distinguerons donc seulement: 1° les Orthocères à siphon cylindroïde, et 2° les Orthocères à siphon moniliforme ou nummuloïde.

Il est loin de notre pensée de considérer ces deux groupes comme bien tranchés dans la nature. Nous sommes, au contraire, persuadés qu'ils sont liés entre eux par des espèces de passage, que nous signalerons ailleurs. Mais il faut bien adopter quelques divisions plus ou moins naturelles, si l'on veut établir l'ordre dans l'étude de la nature.

Un fait, qui tend à montrer l'intime connexité de ces deux groupes provisoires, c'est que dans l'un comme dans l'autre, le dépôt organique s'opère sous la forme de bandes plus ou moins épaisses et horizontales, que nous nommons *anneaux obstruc-teurs*. Nous étudierons ces anneaux dans les deux groupes séparément, parce qu'ils sont isolés dans le premier, et contigus dans le second, ce qui donne lieu à des apparences très différentes.

§ III. — Remplissage organique sous la forme d'anneaux obstruc-teurs isolés, dans les Orthocères à siphon cylindroïde.

Lorsque le siphon est à la fois cylindrique et relativement très étroit, nous n'observons aucun dépôt organique dans son intérieur, ainsi que nous l'avons déjà dit ci-dessus.

Afin de mieux fixer les idées, nous citerons les dimensions de quelques espèces caractéristiques et les plus communes de notre étage calcaire inférieur E, Faune troisième. Nous désignerons le diamètre de la coquille par D, et le diamètre correspondant du siphon par d.

Dans <i>O. striato-punctatum</i> , Münst.	$\frac{d}{D} = \frac{1}{20}$
<i>O. originale</i> , Barr.	$\frac{d}{D} = \frac{1}{40}$
<i>O. bohemicum</i>	$\frac{d}{D} = \frac{1}{40}$

Aucun exemplaire de ces espèces ne nous permet de reconnaître

la trace d'un dépôt organique quelconque. Près de la chambre d'habitation le siphon est pénétré sur une longueur plus ou moins grande par la roche aubiante, et tout le reste de sa capacité est ordinairement rempli de calcaire spathique, qu'on ne distingue en rien de celui qui a été déposé dans le vide des loges aériennes.

Dans *O. sub-annulare* Münst., ou du moins dans une forme de notre étage E qui paraît très rapprochée, le rapport $\frac{d}{D} = \frac{1}{6}$.

Comme cette espèce de Bohême nous présente dans son siphon un dépôt organique très bien caractérisé, nous pouvons la considérer comme nous offrant jusqu'à ce jour la limite inférieure de la largeur du siphon, au-dessous de laquelle un semblable dépôt n'a pas été constaté.

Lorsque le siphon dépasse, par son diamètre, la limite que nous venons d'indiquer, il porte le plus souvent la trace d'un dépôt organique, à moins qu'on n'ait sous les yeux un fragment d'un jeune individu, ou bien la partie la plus rapprochée de la chambre d'habitation, dans la coquille d'un adulte.

Les spécimens sur lesquels ce dépôt peut être bien observé sont ceux qui montrent une section longitudinale dirigée suivant l'axe du siphon. Or, en étudiant quelques centaines de semblables sections que nous a préparées M. Philippe Potteau, préparateur au Jardin des Plantes, nous avons été frappé d'une apparence particulière dans le remplissage aux points qui correspondent aux étranglements du tube siphonal, c'est-à-dire au droit des cloisons, (Pl. A., fig. 1). A ces points, on aperçoit ordinairement de chaque côté, dans l'intérieur du siphon, une petite surface, bien définie, et qui contraste par sa couleur avec la teinte moins foncée du calcaire spathique, occupant le reste du canal. Cette surface offre le plus souvent un contour réniforme, et la cloison aboutit au point de son périmètre, qui figure l'angle rentrant dans le rein. Si l'on a sous les yeux un fragment un peu long d'*Orthocère*, on remarque bientôt que l'étendue de ces petites surfaces réniformes va en croissant, à partir de la chambre d'habitation vers la pointe de la coquille. Dans la partie la plus récemment construite du siphon l'apparence que nous étudions se borne à un gros point, de couleur foncée, de chaque côté, dans la partie étranglée. Si l'on s'avance dans les éléments plus anciens, on voit que ce point s'élargit et devient une surface de plus en plus étendue, de sorte qu'elle obstrue de plus en plus le canal interne. Elle finit par le fermer complètement, sur une certaine longueur, au droit de l'étranglement, et en pénétrant plus ou moins dans chacun des deux élé-

ments contigus du siphon. Plus ces éléments sont allongés, plus il reste d'intervalle, dans chacun d'eux, entre les surfaces qui indiquent l'obstruction du canal.

L'apparence que nous venons de décrire, en suivant l'ordre de nos observations, étant toujours la même, quelle que soit la direction de la section longitudinale, par rapport à un axe déterminé dans la section transversale de l'Orthocère, il s'ensuit que la surface réniforme représente, de chaque côté, la section d'un anneau appliqué sur la paroi interne du siphon.

Si l'on considère la position constante d'un semblable anneau dans les étranglements, sa forme sub-régulière, sa couleur toujours différente de celle du remplissage adventice, et son volume croissant de plus en plus vers la pointe de la coquille, jusqu'à ce qu'il produise une complète obstruction, on ne pourra lui assigner d'autre origine qu'une sécrétion animale. Cette conclusion est puissamment confirmée par la disposition en couches concentriques qu'on observe assez souvent dans la substance de l'anneau. Si cette disposition n'est pas toujours visible, on comprend aisément qu'elle ait été effacée par les réactions moléculaires durant tant de siècles. Il nous arrive aussi de voir dans certains Orthocères un vide annulaire à la place de l'anneau obstruteur, tandis que le reste du siphon et les loges à air sont complètement remplis de calcaire spathique. Ce vide, dans cette position régulière, au droit de chaque étranglement, n'a pu se produire que par la dissolution d'une substance relativement plus soluble que les autres matières qui constituent le remplissage. Or, cette solubilité plus grande se conçoit très bien dans un dépôt d'origine organique, et contenant par conséquent les éléments de l'acide carbonique, qui facilite la solution du carbonate de chaux. Ainsi, toutes les circonstances observées sont en parfaite harmonie avec notre interprétation.

La comparaison d'un très grand nombre de spécimens appartenant à diverses espèces nous montre que l'anneau obstruteur peut offrir une assez grande différence de volume sur les points opposés de son périmètre. On trouve souvent, dans la section longitudinale du siphon, l'une des surfaces réniformes relativement bien plus développée que l'autre. Mais il y a toujours régularité en un point, savoir : que la partie la plus épaisse de l'anneau correspond à une même ligne ou bande longitudinale du canal, et il en est de même de la partie la plus mince, placée vis-à-vis. Ce fait indique une activité de sécrétion inégale sur les côtés opposés du cordon charnu du siphon, et il est en parfaite harmonie avec l'observation que nous avons faite antérieurement au sujet du dépôt organique

dans le siphon de *Orthoceras duplex*, où l'on trouve la même irrégularité. (*Mém. cité.*)

Puisque les anneaux obstructeurs sont isolés, et plus ou moins distants l'un de l'autre, dans le groupe d'Orthocères que nous étudions, nous devons reconnaître que le cordon charnu de ces mollusques, après une période d'activité destinée à la construction de l'enveloppe siphonale, perdait la faculté de sécrétion sur sa surface, à l'exception de certaines bandes horizontales, au droit des étranglements du canal. Ces bandes, en sécrétant les anneaux obstructeurs, devaient être graduellement resserrés, et, par suite, le cordon charnu s'oblitérait complètement en chacun de ces points. La vie devait donc s'éteindre successivement dans chacun des éléments du siphon, lorsque l'occlusion de son ouverture supérieure s'opérait par le développement de l'anneau obstruteur. Rien de semblable n'a été observé jusqu'ici dans les céphalopodes vivants.

Nous avons d'abord observé les anneaux obstructeurs isolés, dans un assez grand nombre de nos espèces de Bohême; puis, nous les avons reconnus dans plusieurs formes d'Orthocères provenant de Saint-Sauveur-le-Vicomte, en Normandie, et appartenant à la collection de l'École des mines à Paris. Enfin, nous les avons aussi découverts dans une espèce suédoise, qui pourrait être *O. angulatum*, Wahl, mais que nous nommons ainsi avec quelque doute. Ce spécimen fait partie de la belle collection de notre ami M. de Verneuil, qui a bien voulu nous permettre de le faire scier, et de le faire figurer dans notre ouvrage.

§ IV. — *Remplissage organique, sous la forme d'anneaux obstructeurs contigus, dans les Orthocères à siphon nummulloïde. Ex.*

ORTHO CERAS DOCENS, Barr.

Les observations et figures publiées jusqu'à ce jour indiquent presque tous les siphons nummulloïdes ou moniliformes comme occupant une partie considérable du volume des Orthocères auxquels ils appartiennent. Nous connaissons cependant des espèces dont le siphon présente également la forme d'un chapelet, quoique son diamètre soit relativement très réduit, par rapport à celui de la coquille. Dans tous les cas où nous avons observé de semblables siphons de faible diamètre, il nous a été impossible de trouver la trace d'un dépôt organique dans leur intérieur. Sous ce rapport, quoique nous ne puissions pas assigner ici la limite des dimensions qui semblent exclure le dépôt, nous dirons que tout paraît se

passer à peu près comme nous l'avons constaté pour le groupe précédent. Pour peu que le diamètre du siphon moniliforme devienne considérable, nous voyons dans son intérieur des anneaux obstructeurs, analogues à ceux que nous venons de décrire, mais avec des circonstances qui exigent plus d'attention.

Afin d'initier plus aisément le lecteur à notre manière de voir, nous lui ferons suivre la série de nos observations et déductions, du moins en ce qu'elles ont de plus important. Dans ce but, nous mettrons sous ses yeux les figures d'une espèce de Bohême, que nous nommons *Orthoceras docens*, et qui appartient à notre étage E, Faune troisième (Pl. A, fig. 2).

Cette espèce est précisément celle que nous avons assimilée, dans diverses publications, à *O. nummularius*, Sow., qui caractérise en Angleterre la même Faune, c'est-à-dire la division silurienne supérieure. Cette assimilation était fondée sur des fragments, dans lesquels les éléments du siphon offrent la même apparence que dans la figure du *Silurian system* (Pl. XIII, fig. 24). La section longitudinale de plusieurs autres spécimens de notre collection, en nous dévoilant une forme inattendue dans le siphon de cette espèce, a dû suspendre notre croyance au sujet de son identité avec la forme anglaise, du moins jusqu'à plus ample information. Le nom que nous donnons à la forme de Bohême constatera, dans tous les cas, combien nous croyons lui devoir pour notre instruction. Elle est, en effet, la première qui nous ait enseigné que le siphon, au lieu de se développer graduellement, comme le reste de la coquille, ainsi que nous l'avions admis jusqu'alors, pouvait décroître dans quelques espèces, c'est-à-dire éprouver une considérable réduction de son diamètre, lorsque le mollusque arrivait à une certaine période de sa vie. Ce n'est pas ici le lieu de nous étendre sur ce fait, sur lequel nous aurons à revenir dans un autre chapitre de notre ouvrage. Il nous était impossible de ne pas le constater en passant, puisqu'il doit frapper les yeux du lecteur par son étrangeté. Nous ajouterons seulement que, depuis la leçon reçue de notre *O. docens*, nous avons constaté une conformation semblable dans *O. imbricatum*, Wahl., de Suède, d'après divers exemplaires qui montrent la section longitudinale du siphon, et qui appartiennent à la belle collection de M. de Verneuil (Pl. C, fig. 15). Les savants qui jetteront un coup d'œil sur les siphons isolés, figurés par Bigsby (*Zool. Trans.*, 2 sér., vol. I, Pl. XXX, fig. 3, 4, 6, 7), seront sans doute disposés à les considérer, avec nous, comme autant d'exem-

ples de siphons nummuloides décroissants, appartenant à diverses espèces des régions siluriennes du nord de l'Amérique.

Revenant à l'objet de notre étude actuelle, nous ferons d'abord remarquer que l'exemplaire de *O. docens* (fig. 2) ne montre aucune trace de dépôt organique dans la partie supérieure de son siphon, c'est-à-dire dans celle qui offre une forme à peu près constante, après la réduction du diamètre. On voit seulement une couche uniforme de calcaire spathique blanc, recouvrant de chaque côté les cloisons et aussi l'enveloppe siphonale, partout où celle-ci est conservée. L'intérieur des loges à air et du siphon ont été envahis par la vase calcaire noire qui constitue la roche ambiante. Si nous descendons maintenant dans la partie du siphon, dont le diamètre va en croissant vers la pointe, en dépit de la loi ordinaire, nous n'apercevons encore aucun dépôt sensible au droit de l'ouverture supérieure du premier élément plus dilaté. Mais la section d'un anneau obstruteur peu développé apparaît dans l'étranglement inférieur de ce même élément, où elle est représentée par deux petites surfaces réniformes inégales. Au droit de l'étranglement suivant, les sections réniformes sont plus étendues, et elles se développent rapidement dans les autres éléments nummuloides, à mesure que ceux-ci croissent en diamètre, c'est-à-dire lorsqu'on s'avance vers la pointe de la coquille. Il résulte de ces observations que les anneaux obstruteurs consécutifs, au lieu de laisser entre eux un grand intervalle vide, comme dans le groupe précédent, finissent par s'étendre jusqu'au contact réciproque avant que le canal interne du siphon soit complètement obstrué. Cette différence tient évidemment à la forme aplatie des éléments nummuloides.

Bien que le contour ou test des divers éléments du siphon soit bien tracé sur une partie de son étendue, on peut remarquer qu'il a partiellement disparu sur divers points.

Nous observons enfin que chacun des anneaux obstruteurs a sa surface recouverte par une couche mince, noire, presque uniforme, et qui nous paraît devoir son apparence à la présence d'une substance pyriteuse, qui est commune dans les roches de cette localité.

Nous recommandons au lecteur le souvenir de ces deux observations, que nous aurons besoin d'invoquer ci-après.

Afin que les savants puissent se convaincre que ce ne sont pas des apparences fortuites ou exceptionnelles qui doivent servir de base à nos interprétations, nous avons figuré un autre spécimen de notre *O. docens* (fig. 3, 4). Il montre précisément la partie

la plus intéressante du siphon, c'est-à-dire celle où se fait la variation insolite de son diamètre. Or, cet exemplaire reproduit d'une manière identique tous les détails que nous venons de signaler dans le précédent, au sujet des anneaux obstructeurs. Nous ajouterons que nous retrouvons les mêmes apparences sur d'autres individus de notre collection. Ainsi, il nous sera permis de tirer quelques déductions de ces observations, comme de faits bien établis.

Figurons-nous *O. docens* à l'époque où la coquille était habitée par son mollusque vivant. D'après la conformation de *Nautilus Pompilius*, reconnue par M. Valenciennes, nous savons que le canal ou vide interne du siphon est occupé, dans ce céphalopode moderne, par un cordon charnu, creux dans l'intérieur. Guidés par l'analogie, nous concevons donc le siphon de notre *O. docens* comme renfermant aussi un cordon charnu, non pas simplement cylindrique comme dans le Nautilus vivant, mais composé de sphéroïdes creux et aplatis, séparés les uns des autres par des cols ou étranglements prononcés. Cela posé, suivons les progrès du dépôt organique dont nous venons de constater l'existence, la position et la forme.

1° Puisque le dépôt se fait au droit de chaque étranglement, le premier effet des anneaux obstructeurs à mesure qu'ils se développent est de resserrer les cols, et, par conséquent, de provoquer un plissement longitudinal sur ces zones du cordon charnu, réduites à un moindre diamètre. En même temps que les cols se contractent, ils prennent aussi plus d'extension en longueur, suivant l'axe de la coquille.

2° Un autre effet simultané du grossissement des anneaux obstructeurs doit être d'aplatir les dilatations sphéroïdales du cordon charnu, en les comprimant à la fois par le haut et par le bas, jusqu'à la réduction des deux calottes opposées sur une surface commune, vers le milieu du sphéroïde, et que nous nommerons *plan d'écrasement*.

3° Or, on sait qu'une paroi sphéroïdale quelconque ne saurait être comprimée sur une surface plane ou de moindre courbure, sans éprouver des plissements. Ainsi, les deux calottes ou membranes sphéroïdales qui composent les dilatations du cordon charnu ne peuvent être appliquées sur un plan intermédiaire, sans que la membrane qui les forme ne donne naissance à des plis (Pl. B, fig. 10, 11). Dans le cas qui nous occupe, ces plis doivent avoir une direction rayonnante à partir de l'axe de la coquille. En effet, les sections des anneaux nous montrent que la membrane

sphéroïdale de chaque élément nummuloïde, restant appliquée sur la paroi siphonale jusqu'à ce qu'elle soit refoulée de haut en bas ou de bas en haut par le dépôt organique, est retenue dans un angle rentrant entre ce dépôt et la paroi du siphon. D'un autre côté, puisque les cols du tube charnu, graduellement resserrés, sont refoulés vers l'axe, il doit s'opérer une tension entre le centre et la circonférence. Cette tension doit donc faire naître des plis rayonnants dans chacune des calottes comprimées. Si nous considérons le moment où ce plissement s'est opéré, le sphéroïde de chaque élément est réduit à un état que nous pourrions comparer à une fraise ou collerette gaufrée autour d'un cou (fig. 11). La section de cette surface, par un plan vertical suivant la direction *cd*, nous offrirait deux lignes ondulées, irrégulièrement appliquées l'une et l'autre contre le plan idéal d'écrasement (fig. 13). On voit par cette figure que chaque pli tend à conserver un vide, et que les plis opposés l'un à l'autre maintiennent des vides plus grands.

4° L'inégalité déjà constatée dans le développement des anneaux obstructeurs, sur les points opposés de leur périmètre, nous fait concevoir que le plan d'écrasement des sphéroïdes charnus peut ne pas être horizontal. Si, de plus, le siphon est placé contre le bord de la coquille, ses éléments nummuloïdes n'étant plus eux-mêmes dans une position horizontale, le plan dont nous parlons peut prendre une plus ou moins grande inclinaison, ainsi que nous le montrent diverses espèces que nous figurons dans les planches de notre ouvrage.

5° Suivant les circonstances qui précèdent la mort de l'animal, l'aplatissement des membranes sphéroïdales peut être plus ou moins complet, et, pour fixer les idées, nous pourrions indiquer trois degrés distincts. — I. Il reste un intervalle notable entre les membranes, de sorte qu'elles ne se touchent pas encore, comme on le voit sur la figure 13, ou bien elles ne se touchent que par les saillies de leurs plis, en figurant une nappe ondulée. — II. L'écrasement ayant eu plus d'effet, il y a contact entre les calottes opposées, suivant des parties notables de leur surface, et le nombre des plis isolés qui maintiennent un vide est fort réduit (Pl. B, fig. 14). — III. Enfin, la pression des anneaux obstructeurs peut devenir telle qu'il ne reste plus aucun vide entre les calottes aplaties.

6° Dans les deux premiers degrés d'écrasement, puisqu'il y a des plis maintenant des vides, chacun d'eux figure un petit canal qui va s'ouvrir dans le canal central du siphon, avec lequel il n'a

pas cessé d'être en communication. Ainsi, dans ces deux cas, le canal central est pourvu, dans chaque élément nummuloïde, d'un certain nombre de petits canaux rayonnants qui aboutissent à la paroi siphonale. D'après les irrégularités que nous avons signalées, ces canaux verticillés peuvent offrir une disposition plus ou moins régulière, par rapport au canal longitudinal occupant l'axe du siphon.

7° Concevons maintenant qu'une coquille chargée de son dépôt organique, dans les conditions que nous venons d'indiquer, soit débarrassée de son mollusque, et puis enfoncée dans un milieu vaseux au fond des eaux. Il est clair que le canal central du siphon et les petits canaux verticillés qui communiquent avec lui, en supposant une pression suffisante, seront injectés et remplis par la substance vaseuse, qui doit se consolider comme moule intérieur du fossile, en même temps qu'elle constituera la roche ambiante. Nous pouvons supposer un remplissage quelconque des loges aériennes.

Isolons par la pensée le moule de roche formé par cette injection vaseuse, en faisant abstraction de tout le dépôt organique qui obstruait l'intérieur du siphon au moment de la fossilisation. Nous aurons évidemment l'apparence extraordinaire qui a donné lieu à l'établissement du genre *Actinoceras*.

Il nous reste à découvrir et à exposer la série des actions chimiques par lesquelles cette transformation de l'intérieur du fossile s'est opérée dans la suite des temps. C'est le sujet de l'étude à laquelle nous consacrons le paragraphe suivant.

§ V. *Interprétation des apparences offertes par les formes nommées: ACTINOCERAS, Bronn, et ORMOCERAS, Stokes.*

A. *Actinoceras, Bronn.*

Bien que le docteur Bigsby se soit borné à décrire succinctement et à figurer les Orthocères de l'île de Thessalon, dans le lac Huron, on doit le considérer comme ayant donné lieu par ce travail à la fondation du genre *Actinoceras*, car c'est lui qui a introduit dans la science l'idée d'un tube interne placé dans l'axe du siphon et garni de rayons verticillés, c'est-à-dire disposés comme les rayons d'une roue. Voici le passage où le docteur Bigsby expose cette idée.

Après avoir dit que les Orthocères en question ont une forme conique, des extrémités émoussées, hémisphériques, et des cloisons concaves, il ajoute : « Le siphon est grand, placé latérale-

» ment, et offre une dilatation dans chaque intervalle entre les
 » cloisons. Il existe un tube dans toute la longueur de l'axe de ce
 » siphon. Ce tube projette sur les parois du siphon, au milieu de
 » chaque dilatation, à angle droit par rapport à lui-même, des
 » rayons nombreux, verticillés, comme les rayons d'une roue.
 » Ces rayons semblent varier en nombre, et ne peuvent être exac-
 » tement comptés, à cause des cristaux de spath calcaire dont ils
 » sont complètement recouverts. Cependant leur nombre est de
 » seize environ, aux points où les rayons prennent leur origine. Le
 » tube porte des anneaux dilatés; entre ces anneaux, il y a des
 » lignes longitudinales, saillantes, conduisant aux rayons. Le tube
 » diminue de diamètre vers le bout inférieur (petit bout) de la
 » colonne; mais cette diminution n'est pas toujours régulière ni
 » uniforme dans divers spécimens. » (*Geol. Trans.*, 2^e série, I,
 198, Pl. XXV, fig. 1, 2, 3, 1822.)

Les figures données par le docteur Bigsby sont en parfaite harmonie avec la description que nous venons de traduire, et nous les reproduirons dans notre ouvrage.

Le professeur Bronn, justement frappé par cette conformation extraordinaire du siphon, mais n'ayant pas sous les yeux les exemplaires décrits, crut convenable de les classer dans un nouveau genre, pour lequel il créa le nom *Actinoceras* (*Leth. geogn.*, 97, Pl. I, fig. 8. 1834). Depuis cette époque, la plupart des paléontologues ont adopté ce genre, et, par conséquent, ont implicitement admis comme naturelle la conformation sur laquelle il est fondé. Très récemment encore, M. L. Saemann a consacré une grande partie de son savant mémoire sur les Nautilides à exposer très habilement toutes les circonstances qui peuvent contribuer à faire admettre l'existence d'un tube central, projetant des canaux ou rayons verticillés dans le siphon moniliforme des *Actinoceras* (*Ueb. Nautil. in Palæontogr.*, III). Pour oser combattre des opinions si généralement adoptées, et qui semblent si bien établies par tant de respectables autorités, il faut que nous soyons entraîné par une bien profonde conviction.

Avant d'aller plus loin, nous ferons d'abord remarquer que, si le tube central eût existé dans le siphon des *Actinoceras*, il devait être constitué par un test semblable ou analogue, soit au test des cloisons, soit à celui du siphon lui-même. Or, la paroi testacée du siphon et des cloisons se rencontre assez fréquemment, plus ou moins bien conservée, dans les *Actinoceras* de diverses contrées. Comment se fait-il qu'on n'ait jamais constaté la présence ou la trace indubitable du test formant le tube central dans ces mêmes

fossiles? Il serait difficile de résoudre cette question, si ce test a réellement existé dans la coquille. Dans la conviction de cette existence, M. L. Saemann a représenté le tube central avec ses canaux verticillés dans une belle figure idéale qui fait très bien concevoir la forme de cette conception (*loc. cit.*, Pl. XVII, fig. 1, *h.*).

En second lieu, l'admission du tube central, tel qu'on nous le représente, offre une difficulté par rapport à la structure de l'appareil siphonal. D'après les figures citées de Bigsby, et surtout d'après le texte et les figures de M. Saemann (*loc. cit.*, p. 150, Pl. XVIII, fig. 1, *a.*), le tube central ne serait soudé à l'enveloppe siphonale que par son bord supérieur, c'est-à-dire au droit de la cloison la plus élevée ou la plus récente. Or, dans un Orthocère, toutes les cloisons correspondent à autant de stations semblables, durant la croissance de l'animal et la construction de sa coquille. Si le tube central, qui ne remplit pas le canal interne du siphon, s'évase au droit de la dernière cloison, pour se souder à l'ouverture de l'enveloppe siphonale, la même disposition devrait se reproduire au droit de chaque cloison, car chacune d'elles a joui pendant un temps du privilège d'être la dernière. Il en résulterait une série de tubes invaginés les uns dans les autres, à peu près comme les goulots des cloisons que nous avons décrits dans un précédent mémoire au sujet des Orthocères *vaginati*. Aucun fossile ne montre la trace d'une semblable structure dans les *Actinoceras*, et il reste à donner la solution de cette difficulté, si l'on admet le tube interne.

Loin de chercher à épuiser les objections qu'on pourrait encore faire contre la conception du siphon des *Actinoceras*, nous passons à l'observation des faits qui, combinés avec ceux que nous a révélés *O. docens*, doivent nous guider dans notre interprétation des apparences connues.

Nous devons à la grande obligeance de M. Charles d'Orbigny la facilité que nous avons eue d'étudier, durant plusieurs mois, divers Orthocères appartenant à la belle collection géologique confiée à ses soins, et formée sous la direction de M. Cordier, au Jardin des Plantes. Ces échantillons ont été recueillis à diverses époques, en Amérique, par M. le comte de Castelnau et par M. Jules Marcou. Ils offrent donc tous les caractères désirables d'authenticité géologique. Nous aurons occasion d'en citer plusieurs dans le cours de nos études générales sur les céphalopodes, mais en ce moment nous nous bornons à l'examen d'un seul exemplaire, qui est le plus instructif pour le sujet que nous traitons (Pl. B, fig. 7).

Ce spécimen a été décrit et figuré par le comte de Castelnau sous le nom dubitatif de *Actinoceras Richardsoni*? Stokes, dans son ouvrage publié en 1843 (*Essai sur le syst. silur. de l'Amér. septentr.*, p. 30, Pl. VII, fig. 2). La figure que nous citons ne donnant pas les détails importants que nous distinguons sur l'original, nous avons cru devoir faire exécuter un nouveau dessin que le lecteur trouvera sur notre planche. Nous avons isolé le fragment intéressant d'un autre qui ne montre rien, et qui a été figuré originairement avec lui. L'état de conservation du morceau que nous décrivons ne permet pas de bien reconnaître si la section transversale de la coquille était un cercle ou une ellipse aplatie. Nous comptons environ seize loges à air dans la longueur totale de ce fragment qui est de 140 millimètres, et, comme leur hauteur ne paraît pas varier beaucoup, on peut admettre que chacune d'elles occupe, en moyenne, près de 9 millimètres.

Avant tout, nous devons faire remarquer que ce morceau a été recueilli par le savant voyageur sur l'île du lac Huron, dite *petite Manitouline*, et qui n'est séparée de l'île Drummond que par un canal fort étroit. Au contraire, les formes analogues les plus anciennes que nous connaissions, d'après Bigsby et Stokes, proviennent de l'île Thessalon, située un peu plus au nord, dans le même lac. Cette circonstance mérite d'être notée, parce qu'elle suffirait pour faire concevoir, à elle seule, certaines différences dans les apparences de ces divers spécimens, lors même qu'ils appartiendraient tous à une seule et même espèce.

Nous distinguons dans le fossile lui-même deux substances différentes. L'une, qui donne à l'ensemble sa couleur jaunâtre, paraît être le résultat d'un dépôt chimique et cristallin de calcaire dolomitique, qui aurait recouvert toutes les surfaces internes de la coquille, immédiatement après la mort de l'animal, ou du moins avant tout autre remplissage inorganique. Par suite de la dissolution complète du test, cette substance constitue actuellement la charpente de l'Orthocère, c'est-à-dire reproduit plus ou moins exactement la forme de ses éléments. L'autre substance, de couleur gris noirâtre, évidemment impure et mélangée de divers débris, représente la matière vaseuse, mais aussi calcaire, qui a pénétré par des fissures dans tous les vides internes du fossile, après le dépôt chimique que nous venons de signaler. C'est la même matière qui constitue la roche ambiante. Afin de bien comprendre la disposition relative et l'apparence actuelle de ces deux substances, nous examinerons successivement ce qui s'est passé à

l'égard du test externe de la coquille, à l'égard des cloisons, et enfin dans le siphon.

1° A l'égard du test externe, le calcaire jaune et cristallin, ainsi que nous venons de le dire, ayant recouvert presque uniformément toutes les parois internes de la coquille, se présente donc sur toute la surface apparente du moule que nous observons en l'absence du test.

2° Ce dépôt chimique, considéré dans chacune des loges aériennes où il s'est précipité, a tapissé également les parois des cloisons et la paroi interne du siphon, mais en laissant dans chacune de ces chambres un espace libre qui, à la suite de fissures, a été postérieurement rempli par la vase noirâtre et calcaire constituant la roche ambiante. Chaque cloison isolée a donc été enfermée entre deux couches plus ou moins épaisses de calcaire cristallin. Or, dans l'état actuel du fossile, nous voyons très distinctement que la cloison elle-même a été dissoute, et qu'il en est résulté un vide entre les deux couches dolomitiques déposées sur ses deux parois. Mais il est important de remarquer que ce vide, au lieu de représenter exactement la cloison, c'est-à-dire une lamelle régulière, offre presque partout un espace plus grand que celui qui correspondrait à l'épaisseur de cette lamelle, et d'ailleurs plus ou moins dilaté et irrégulier dans les diverses parties du fossile. Les parois qui circonscrivent ces cavités sont couvertes d'assez grands cristaux, que M. Delesse a reconnus comme des cristaux rhomboédriques de dolomie ferrifère.

Ce fait nous enseigne qu'à la suite des réactions moléculaires qui ont eu lieu, entre la substance calcaire de la cloison d'origine organique et les deux couches dolomitiques cristallines d'origine inorganique qui la renfermaient entre elles, toute la matière provenant du dépôt animal a été dissoute, tandis que la matière due au dépôt chimique a persisté, mais en subissant sur la surface de contact, c'est-à-dire celle où s'exerçait la réaction, deux notables modifications, savoir : une dissolution partielle, indiquée par la forme de l'espace vide, et une nouvelle disposition moléculaire, attestée par les beaux cristaux qui tapissent toutes les parois des cavités actuelles.

Cette observation, combinée avec celles que nous a fournies *O. docens*, nous procurera la complète intelligence des phénomènes qui ont dû se passer pour donner au siphon les apparences singulières sous lesquelles il se présente à nos yeux. Pour faire concevoir pourquoi la cloison se dissout plus aisément que les

substances qui la recouvrent, nous rappellerons qu'elle est d'origine organique, et qu'ainsi elle contient les éléments de l'acide carbonique, qui doit beaucoup contribuer à la dissolution du carbonate calcaire.

3° Les contours des éléments nummuloïdes du siphon sont encore assez clairement dessinés par la couche du dépôt chimique qui s'est moulé sur la surface externe de leur test, c'est-à-dire sur la paroi exposée dans chacune des loges aériennes. Ces éléments, dont le grand diamètre horizontal est à peu près constant de 25 millimètres sur toute la longueur du spécimen, sont séparés par des étranglements arrondis, d'environ 5 millimètres de profondeur de chaque côté, de sorte que le canal interne est réduit à 15 millimètres aux points de resserrement. La forme générale du siphon étant ainsi bien définie, nous voyons que sa capacité intérieure est occupée par un axe volumineux, conique, qui s'amincit rapidement en allant vers le petit bout de l'Orthocère. Cet amincissement se reconnaît aisément, si l'on observe que vers le haut du fossile, l'axe remplit presque complètement le canal du siphon dont nous venons de constater les dimensions uniformes, tandis que vers le bas il reste de grands vides de chaque côté. L'axe apparent présente d'ailleurs des dilatations et des étranglements alternatifs, et qui correspondent à la forme de l'enveloppe siphonale déjà décrite, de telle sorte qu'on ne saurait méconnaître que les contours de l'axe sont subordonnés à ceux du siphon. Quant à la matière qui constitue cet axe, nous voyons qu'il est rempli à l'intérieur par le calcaire noirâtre, impur, d'origine vaseuse, déjà signalé dans les loges à air, tandis que sa surface externe est formée par une couche jaune de calcaire cristallin, semblable à celui qui tapisse les autres parois du fossile.

La surface de cette couche jaune porte la trace peu distincte de quelques plis ou sillons longitudinaux plus ou moins apparents, entre les cristaux dont elle est couverte. Ces plis paraissent plus marqués sur un fragment figuré par le comte de Castelnau (*loc. cit.*, Pl. VIII, fig. 2 *ab*).

Au droit de chaque dilatation de l'axe, nous voyons une sorte d'expansion transverse qui, sous l'aspect d'une nappe plus ou moins épaisse et irrégulière, s'étend jusqu'à la partie concave de l'élément siphonal correspondant, sur la paroi duquel elle se soude. Cette nappe est ondulée par des sillons qui rayonnent à partir de l'axe vers le bord du siphon, et on pourrait la concevoir comme résultant d'un grand nombre de rayons soudés ensemble (Pl. B, fig. 11).

D'après ce qui vient d'être dit sur la rapide diminution de l'épaisseur de l'axe, en allant du haut vers le bas, on conçoit que les nappes doivent, au contraire, offrir une étendue de plus en plus considérable dans le même sens. La direction qu'elles nous montrent est un peu variable. Vers le gros bout de l'axe, c'est-à-dire dans la région de leur moindre développement, elles paraissent sensiblement horizontales. Vers le petit bout, où elles offrent le plus de longueur, elles prennent une courbure dont la concavité est tournée vers le haut.

La substance qui forme ces nappes est le même calcaire jaune dolomitique qui recouvre l'axe, et qui, sur toutes ces parois, offre des cristaux très bien formés et très serrés. Le spécimen présentant sur les dilatations de l'axe la base des nappes brisées, nous pouvons reconnaître que le calcaire impur constituant le noyau du tube central pénètre par quelques canaux très étroits dans ces nappes, et figure ainsi des rayons verticillés. Le diamètre de ces rayons est, pour ainsi dire, réduit à un point noir qu'on ne distingue bien qu'à la loupe au milieu des cristaux, mais nous les avons indiqués sur la figure avec une plus forte dimension, afin de rendre leur existence sensible au lecteur.

Après avoir ainsi bien constaté toutes les apparences du siphon, il nous est aisé d'en concevoir l'origine, en nous rappelant les observations faites sur *O. docens* et les déductions que nous en avons tirées ci-dessus.

Figurons-nous le siphon nummuloïde dans la coquille d'un individu adulte et âgé, c'est-à-dire qui aurait sécrété un dépôt organique semblable à celui que nous trouvons dans *O. docens* de Bohême, et que nous avons aussi reconnu, sous de semblables apparences, dans une espèce d'Amérique provenant de *Watertown, Black river group*. C'est celle que J. Hall a décrite sous le nom d'*Ormoceras tenuifilum* (*Pal. of N.-York*, I, 55, Pl. XV, XVI, XVII). Nous en figurons dans notre ouvrage divers exemplaires fort instructifs, que nous devons à la complaisance de M. de Verneuil.

Le spécimen qui nous occupe, et qui provient du lac Huron, n'a pas été immédiatement rempli par la vase calcaire après la mort de l'animal. L'étude des loges à air nous a montré que la coquille a d'abord été plongée dans un liquide, qui a déposé une couche presque uniforme de calcaire cristallin sur toutes ses parois internes. Ce dépôt chimique a donc dû recouvrir non-seulement la surface du canal conique resté vide dans l'axe du siphon par la décomposition du mollusque, mais encore les parois resserrées des

anneaux obstrueteurs, entre lesquelles les membranes nummuloides se trouvaient comprimées et comme gaufrées, en maintenant entre elles un certain vide.

Le dépôt chimique ayant eu lieu, concevons la coquille transportée dans un fond vaseux, en éprouvant des chocs qui ont plus ou moins ouvert les joints de ses compartiments. Il est clair que cet Orthocère, déjà très chargé par le poids du dépôt organique et par celui du dépôt chimique, se sera assez profondément enfoncé dans la vase. Il est donc tout naturel que la pression ait injecté cette vase dans tous les espaces qu'aucune substance solide n'avait envahis jusqu'alors, c'est-à-dire dans l'intérieur des loges aériennes, dans le canal conique, au milieu du siphon, et enfin dans quelques petits canaux encore non comblés, entre les plis ou gaufrures des membranes nummuliformes aplaties.

Par cette injection et la solidification des matières, soit injectées, soit ambiantes, la fossilisation de l'Orthocère a été complète, sans qu'il eût nécessairement rien perdu ni de son test, ni de son dépôt vitreux, c'est-à-dire organique.

Est-ce immédiatement après cette fossilisation ou bien à une époque postérieure qu'a eu lieu la réaction moléculaire entre les substances d'origine diverse, constituant primitivement le fossile? C'est ce que nous ne saurions déterminer d'après aucun indice connu. Mais en laissant de côté la solution de cette question peu importante pour notre but, il nous suffit de rappeler que l'étude des cloisons et des loges aériennes du même exemplaire nous a clairement montré les effets de cette réaction, savoir : la dissolution totale des substances d'origine organique entre les dépôts d'origine inorganique, la dissolution partielle de ces derniers sur les parois de contact, et la formation de beaux cristaux dans les cavités géodiques, résultant du départ des matières dissoutes.

Or, toutes les apparences du siphon de notre Orthocère s'expliquent très simplement, si nous tenons compte de ces mêmes effets des réactions moléculaires. En jetant un coup d'œil sur la Pl. B, fig. 6, le lecteur y trouvera une section longitudinale, idéale, du fossile, considéré à l'époque où sa fossilisation venait de se compléter, sans qu'il eût subi aucune altération dans ses parties d'origine organique.

Puisqu'il est démontré que les substances d'origine organique se dissolvent par les réactions, supprimons par la pensée, sur cette figure idéale, le test constituant l'enveloppe siphonale, et aussi tout le dépôt vitreux accumulé dans le siphon. Que restera-t-il

alors? Il ne restera évidemment que l'axe central composé de calcaire vaseux, et recouvert par la couche de calcaire jaune cristallin. Ce même calcaire jaune, ayant pénétré dans le vide laissé par les membranes nummuliformes comprimées entre les anneaux du dépôt vitreux, figurera l'expansion ou nappe ondulée, qui s'étend à partir de chaque dilatation de l'axe jusqu'à la paroi opposée du siphon.

Le dépôt organique ayant eu nécessairement un plus grand développement vers le petit bout, c'est-à-dire dans la partie la plus ancienne de l'Orthocère, on conçoit pourquoi l'axe solide, qui représente aujourd'hui le canal occupé par l'appendice siphonal du mollusque vivant, doit diminuer de diamètre en allant vers le bas, tandis que les dimensions horizontales des éléments du siphon ne varient pas sensiblement dans la longueur de ce fragment. Par là sont aussi expliquées les différences dans le développement des nappes ou expansions qui, d'après une observation exposée ci-dessus, doivent varier en raison inverse du diamètre de l'axe solide du fossile. Quant aux diverses inclinaisons et autres petites irrégularités qu'on observe dans les apparences de ces expansions, on peut aussi s'en rendre aisément compte, en se rappelant ce que nous avons dit ci-dessus au sujet des formes irrégulières que prend le dépôt organique, observé dans divers individus d'une même espèce. Il est à peine nécessaire de remarquer qu'on doit aussi s'attendre à bien des déformations de figure, là où ont eu lieu de si puissantes réactions chimiques et de si belles cristallisations.

Voilà l'interprétation qui nous semble à la fois la plus complète et la plus naturelle de toutes les apparences que nous offre le fragment d'Orthocère nommé *Actinoceras Richardsoni*? par le comte de Castelnau. Cette forme, quelque compliquée qu'elle paraisse dans sa structure intérieure, d'après son état de conservation, peut donc être idéalement ramenée à la conformation simple et normale des *Orthoceras* à siphon nummuloïde, et appartenant au groupe des *cochleati*, Quenst.

L'ordre connu de la nature ne permettant pas d'admettre, en général, que divers individus congénères ont subi la même série d'événements ou d'accidents identiques et dans le même ordre de succession, nous ne supposerons pas que tous les Orthocères de l'espèce qui nous occupe, quand même ils proviendraient d'une même localité ou d'un même banc de roche, se présenteront aux observateurs sous un aspect exactement semblable à celui que nous avons sous les yeux. Nous devons, au contraire, nous attendre

à rencontrer dans chacun d'eux quelque particularité ou quelque modification d'apparence qu'on pourra toujours expliquer, si l'on tient compte des circonstances dans lesquelles chaque coquille a pu se trouver, soit durant la vie, soit après la mort de l'animal. Ainsi, le volume et la forme des anneaux résultant du dépôt organique, les chocs subis par la coquille flottante, la rupture de diverses parties internes, l'introduction de matières étrangères dans une partie des loges à air, les dépôts et actions chimiques du milieu ambiant et autres causes semblables, ont dû exercer des influences très variées sur les divers individus ou fragments que nous pouvons étudier. C'est ce que nous reconnaissons très bien sur le petit nombre de spécimens rapportés des îles du lac Huron par M. le comte de Castelnau. Par exemple, le fragment nommé *Actinoceras Cordieri*, Cast., quoique spécifiquement identique avec *A. Richardsoni* ? qui vient d'être décrit, nous offre quelques différences notables, savoir :

1^o Certaines loges à air semblent avoir été partiellement remplies de calcaire vaseux avant le dépôt chimique du calcaire jaune, car dans ces loges, nous voyons, entre les deux couches de ce dépôt qui enferment une même cloison, un espace irrégulier indiquant que la surface inférieure de cette cloison était déjà couverte par une matière étrangère lorsque la précipitation cristalline jaune a commencé.

2^o Quelques-uns des vides, formés par la dissolution de la substance des cloisons dans les chambres à air et du dépôt organique ou vitreux dans le siphon, ont été postérieurement remplis par l'introduction du carbonate de chaux que nous trouvons en masse cristalline très pure, contrastant par sa couleur avec la roche ancienne du fossile.

Dans notre ouvrage, nous donnerons la description de plusieurs formes, qui feront mieux concevoir les diverses apparences sous lesquelles une même espèce peut se présenter à l'état fossile.

Bien que nous n'ayons pas sous nos yeux les exemplaires originaux figurés par Bigsby (*Geol. Trans.*, 2^e sér., I, Pl. XXV, fig. 1, 2, 3), quelques circonstances nous encouragent à en essayer l'interprétation. D'abord, ces spécimens ont été recueillis tous les trois sur l'île Thessalon, dans le lac Huron, c'est-à-dire à peu de distance de l'île Manitouline, d'où proviennent les morceaux rapportés par M. le comte de Castelnau, et que nous avons étudiés. En second lieu, les figures données par Bigsby, principalement celles des fragments fig. 2 et fig. 3, offrent au premier aspect une telle ressemblance avec *Actinoceras Richardsoni* ? Cast., dont nous venons

de nous occuper, qu'il nous paraît très probable qu'ils se trouvent à peu près dans les mêmes conditions et le même état de conservation. Enfin, il semblerait que la roche dans laquelle sont ensevelis les Orthocères de l'île Thessalon ne diffère pas sensiblement de celle où nous voyons les morceaux en question de l'île Manitouline (*Little Manitou*). En effet, le docteur Bigsby décrit le calcaire de Thessalon comme *décidément magnésien et ayant dans ses parties compactes la structure saccharoïde appartenant à la dolomite. Ses cavités et celles des fossiles sont tapissées de rhomboïdes primitifs du carbonate triple de chaux et de magnésie* (*Geol. Trans.*, I, 195). Cette description s'applique assez bien aux fragments de l'île Manitouline, que M. de Castelnau avait déjà signalés comme provenant des bancs de calcaire magnésien qui jouent un rôle stratigraphique très important dans toute cette région silurienne.

D'après ces considérations, l'explication que nous venons de donner pour *Actinoceras Richardsoni*? Casteln. nous semblerait pouvoir s'appliquer à peu près littéralement aux deux spécimens figurés par Bigsby (*Geol. Trans.*, 2^e sér., I, Pl. XXV, fig. 2 et 3).

Dans ces morceaux, les rayons verticillés indiqués par leur trace sur les dilatations de l'axe ont dû être aussi rapprochés que dans *Actinoceras Richardsoni*? décrit ci-dessus, et, par conséquent, ils formaient vraisemblablement aussi une sorte de nappe sillonné, transverse, dans le vide de chacun des éléments du siphon. Ces parties fragiles paraissent avoir été détruites par les intempéries, ou brisées en extrayant le spécimen, mais elles sont cependant conservées vers le petit bout du fossile, fig. 2. Cette figure montre d'ailleurs la rapide diminution de l'axe solide vers la pointe de l'Orthocère, et en même temps l'accroissement correspondant des vides qui représentent à nos yeux les espaces primitivement occupés par les anneaux du dépôt organique. Malheureusement, le dessinateur ne s'est pas appliqué à distinguer, par des teintes diverses, les différentes substances minérales qui constituent le fossile. Il nous est donc impossible de compléter la comparaison des spécimens sous ce rapport. Cependant, d'après le texte du docteur Bigsby que nous venons de citer, les cavités des fossiles étant tapissées de cristaux de calcaire magnésien, nous retrouvons dans cette observation l'indication d'un fait qui confirme très bien nos vues. Les cloisons et les loges aériennes, étant à peine indiquées sur la figure qui nous occupe, ne peuvent nous fournir aucun document pour notre comparaison.

Malgré l'impossibilité où nous sommes de parvenir à une identification complète, faute des détails que la vue des spécimens de

Bigsby pourrait seule nous fournir, les rapprochements et considérations qui précèdent nous semblent suffire pour autoriser la conclusion suivante : Les fossiles figurés par le docteur Bigsby (fig. 2, 3, *loc. cit.*), quelles que soient les particularités à nous inconnues de leur fossilisation et de leur état de conservation, offrent de telles analogies et ressemblances de forme avec *Actinoceras Richardsoni* ? Cast., qu'il est impossible de ne pas leur reconnaître une même structure primitive, et, par conséquent, une même nature générique, ou peut-être même spécifique.

Il nous reste à considérer le spécimen le plus remarquable de Bigsby, c'est-à-dire celui qui est représenté (*Geol. Trans.*, 2^e sér., I, Pl. XXV, fig. 4), et qui a donné lieu à la fondation du genre *Actinoceras* par Bronn (*Leth. geogn.*, I, 97, Pl. I, fig. 8).

Nous ferons d'abord remarquer, que le type du genre *Actinoceras*, qui montre de la manière la plus évidente les rayons verticillés partant des dilatations de l'axe et aboutissant à la paroi interne du siphon, est un spécimen provenant, comme ceux dont nous venons de parler, de l'île Thessalon. Les apparences générales de ce morceau et les circonstances de son gisement commun avec les deux autres ont paru des motifs suffisants au docteur Bigsby et à Ch. Stokes, pour qu'ils n'aient pas hésité à les réunir tous les trois en une même espèce. Nous partageons entièrement l'opinion de ces savants, et il nous semble que pour la confirmer il n'est besoin que de faire concevoir la cause qui a produit dans cet individu un isolement des rayons verticillés beaucoup plus complet que dans la plupart des autres. Cette cause est tout simplement une compression des membranes sphéroïdales du siphon, plus grande que dans les autres individus, et poussée au second degré que nous avons indiqué ci-dessus. L'écrasement n'ayant laissé subsister entre les anneaux obstructeurs qu'un certain nombre de plis, maintenant un vide, tandis que les intervalles entre ces plis étaient totalement oblitérés, il en est résulté de petits canaux isolés, figurant aujourd'hui les rayons verticillés, recouverts par le calcaire cristallin comme l'axe central.

En somme, nous croyons donc que tous les spécimens que nous venons de mentionner, y compris *Actinoceras Richardsoni* ? Casteln., pourraient appartenir à une seule espèce qui serait *Orthoceras* (*Actinoceras*) *Bigsbyi*, Bronn, sp.

Nous espérons que les savants qui ont à leur disposition les fossiles du docteur Bigsby ne tarderont pas à étudier les exemplaires dont nous parlons, et à leur appliquer notre méthode d'observation, c'est-à-dire à rechercher la forme du remplissage organique

dans la coquille vivante et les circonstances qui ont contribué à sa dissolution, pour produire les apparences actuelles de la coquille fossile. Lors même que le résultat de leurs études ne concorderait pas avec nos vues, nous n'en serions pas moins satisfait, s'il amenait une solution plus parfaite de la question qui attire depuis si longtemps l'attention des paléontologues, et qui a provoqué des interprétations si diverses des mêmes apparences.

B. *Ormoceras*.

Les explications très étendues que nous venons de donner au sujet des *Actinoceras* nous dispenseront, aux yeux du lecteur intelligent, d'entrer dans beaucoup de détails au sujet des *Ormoceras*. On conçoit, en effet, que ces apparences, quoique un peu différentes au premier aspect, doivent dériver des mêmes causes par une simple modification des circonstances dans lesquelles s'est trouvée la coquille, depuis l'époque de sa fossilisation jusqu'à nos jours.

Afin d'abrégier et de rendre plus clair ce que nous avons à dire, nous reproduisons la figure d'*Ormoceras Bayfieldi*, donnée par Stokes comme type du genre, dont nous traduisons la définition (*Geol. Trans.*, 2^e sér., V, 709, Pl. LX, fig. 1) (voy. notre fig. 5, Pl. A).

« Le siphon n'est pas continu, mais divisé en parties séparées, »
 « correspondant en nombre avec les chambres. Le test extérieur »
 « du siphon est extrêmement mince. Il est généralement brisé »
 « et enlevé aux points exposés à l'air, ce qui permet de voir les »
 « parties internes du siphon. Une profonde indentation au milieu »
 « de chacune de ces parties correspond à chaque cloison de la »
 « coquille, de sorte que chacun des éléments du siphon a l'une »
 « de ses moitiés dans une chambre et l'autre moitié dans la »
 « chambre au-dessous. Une section longitudinale montre ce sin- »
 « gulier arrangement. Le canal intérieur du siphon est compara- »
 « tivement petit, et les lignes internes et externes de chacun de »
 « ses éléments forment des courbes élégantes. L'intervalle entre »
 « les parois intérieure et extérieure de ces éléments est considé- »
 « rable, et rien ne porte à croire qu'il ait été rempli par aucune »
 « substance. »

Nous ne nous arrêterons pas à faire ressortir les nombreuses difficultés qu'offrirait à notre intelligence, dans la coquille d'un céphalopode, une structure semblable à celle qui a été définie par Stokes, si elle se rencontrait réellement dans la nature. Toutes ces difficultés s'évanouissent heureusement, si l'on compare attentivement la figure d'*Ormoceras Bayfieldi*, Stokes (fig. 5), avec celles de notre *Orthoceras doccus* que nous avons placées en contact sur

la même planche. Il est bien entendu que, dans cette comparaison, nous faisons complète abstraction de la décroissance du siphon, jusqu'ici non démontrée dans l'espèce américaine.

Ainsi que nous l'avons déjà fait observer ci-dessus, les contours des éléments nummulitiques de notre *Orthoceras docens* sont assez bien conservés sur plusieurs points, pour qu'on puisse parfaitement les reconnaître ou les reconstruire idéalement. Cependant, il est aussi de fait, que certaines portions de ces contours ont été dissoutes, et particulièrement au droit de leur plus grande dilatation, c'est-à-dire au milieu de l'intervalle qui sépare les cloisons. Au contraire, les parties conservées sont celles qui se rapprochent le plus des cloisons respectives, aux points où elles resserrent les éléments du siphon. Remarquons que ces parties subsistantes de l'enveloppe siphonale se distinguent par une couleur noire qui épaissit la ligne de leur contour, et que des circonstances locales nous portent à considérer comme provenant d'un dépôt de sulfure de fer. Or, cette même substance noire, quelle que soit au fond sa nature, est précisément celle qui forme la couche externe ou dernière de chacun des anneaux obstrueteurs. Puisque les portions de l'enveloppe siphonale chargées de ce dépôt ont résisté aux actions dissolvantes qui ont fait disparaître les autres parties, on est induit à considérer la couche noire comme moins soluble que les matières calcaires d'origine organique ou chimique, renfermées dans le fossile. Concevons donc nos spécimens soumis à des fluides qui dissolvent toute la partie interne des anneaux obstrueteurs, en ne laissant subsister que leur couche externe noire, ainsi que les parties du siphon contiguës aux cloisons, et offrant la même nature supposée sulfureuse. Que nous restera-t-il après cette dissolution?

Il nous reste évidemment des apparences entièrement semblables à celles que nous voyons dans *Ormoceras Bayfieldi* (Pl. A, fig. 5), et ces apparences deviendront identiques, si nous admettons que le même fluide qui vide l'intérieur des anneaux obstrueteurs enlève de même, par son action dissolvante, tout le carbonate calcaire qui s'est déposé au centre de ces anneaux, dans le canal du siphon. Nous avons, en effet, une sorte de siphon composé de deux éléments au lieu d'un seul dans chaque loge aérienne, et nous trouvons ces éléments figurant exactement, suivant la définition de Stokes, *des courbes élégantes dont l'angle rentrant correspond à chaque cloison*, tandis qu'il reste un espace vide entre leurs parois externe et interne.

Ces considérations nous semblent suffire pour faire concevoir comment un siphon nummulloïde ordinaire peut être transformé

et défiguré par les réactions chimiques, de manière à conduire un très respectable paléontologue à la définition d'*Ormoceras*.

Au lieu de fonder uniquement notre interprétation de ces apparences sur la comparaison d'*Ormoceras Bayfieldi* avec notre *Orthoceras docens*, nous pourrions invoquer à l'appui de nos vues un exemplaire d'Amérique, appartenant à la belle collection de M. de Verneuil, et qui se trouve dans un état de décomposition entièrement analogue à celui qui a été figuré par Stokes. Mais nous serions obligé de faire figurer cet exemplaire et d'en donner une description détaillée, ce qui nous entraînerait hors des limites de cette communication. Nous réservons donc ce développement de notre travail pour le second volume de notre ouvrage.

§ VI. Remplissage organique dans diverses espèces d'Orthocères, à siphon nummuloïde, du nord de l'Europe.

En étudiant les Orthocères dont nous venons de parler, nous devons nécessairement chercher à généraliser et à confirmer nos vues, par la comparaison des espèces des régions septentrionales de l'Europe. Bien que nous n'ayons pas eu, sous ce rapport, des matériaux aussi nombreux que nous l'eussions désiré, nous avons pu cependant constater que le fait du remplissage organique peut s'observer tout aussi bien dans les formes de ces contrées, que dans celles de la Bohême et de l'Amérique. Nous figurerons dans notre second volume plusieurs spécimens fort instructifs, dont nous donnerons en même temps la description détaillée. En attendant, nous voulons seulement signaler aux investigateurs les formes qui méritent leur attention, à cause des apparences qu'elles nous ont offertes.

1. *Orthoceras imbricatum*, Wahl. (Pl. C, fig. 15), dont les fragments se rencontrent très souvent dans les collections, a été déjà cité ci-dessus comme présentant un exemple du siphon décroissant, d'abord observé dans notre *O. docens*. Les éléments du siphon, dans cette espèce scandinave, étant extrêmement aplatis, rappellent plus que dans toute autre la forme nummuloïde, car leur épaisseur est à leur diamètre environ :: 1 : 5. Cet aplatissement rend encore plus remarquable la bizarrerie que nous observons dans leur remplissage organique, et qui consiste en ce que le dépôt n'a pas lieu sur toute la périphérie du cordon charnu. Pour nous faire mieux comprendre, nous rappellerons que le siphon est situé très près de la circonférence, et, comme il a un large diamètre, son bord interne atteint presque l'axe de cet Orthocère.

Or, dans trois individus dont nous avons les sections longitudinales sous les yeux, nous trouvons que les anneaux obstructeurs se sont développés à partir du côté externe du siphon, en s'avancant vers l'intérieur sous la forme d'un croissant. Il en est résulté que toute la capacité siphonale est remplie, sauf un canal de 2 à 3 millimètres de largeur, qui est resté libre, et qui est constamment situé le long du bord intérieur du siphon, c'est-à-dire tout près de l'axe de la coquille. C'est là le seul vide resté entre les bras du croissant, et il correspond au canal que nous avons signalé au centre des anneaux dans les autres espèces étudiées. Il y a donc, au lieu d'un canal central dans *Orthoceras imbricatum*, un petit canal latéral qui se distingue à première vue, parce qu'il est ordinairement rempli par la matière impure de la roche ambiante. Tout le reste du siphon est, au contraire, obstrué par du calcaire pur et cristallisé, dont la transparence, en certaines parties, nous rappelle le dépôt vitreux des gastéropodes vivants, tandis que d'autres portions sont plus compactes et semblables à des concrétions.

D'après ces observations, il y avait donc sur la surface du cordon charnu de cette espèce une bande longitudinale privée de la faculté de sécrétion, et analogue à celle que nous avons signalée ci-dessus dans certains gastéropodes. Cette bande était la plus voisine de l'axe de la coquille.

Le lecteur, ayant sous les yeux une figure d'*O. imbricatum*, y remarquera que la trace de la membrane nummuloïde se présente dans une position presque parfaitement régulière en travers du siphon, comme une sorte de cloison. C'est ce qui résulte de son écrasement au troisième degré, que nous avons défini ci-dessus. Cette cloison est composée de la même matière compacte que nous observons dans certaines parties du dépôt organique.

2. *Orthoceras crassiventre*, Wahl. (Pl. C, fig. 18). — Sous ce nom mal défini, il serait aisé de confondre diverses formes scandinaves que nos observations tendent à nous faire considérer comme spécifiquement distinctes. D'après la signification du nom lui-même, nous l'appliquerons à la forme dont le siphon paraît offrir le plus grand volume relatif. Afin de fixer les idées, nous dirons que dans le spécimen que nous avons étudié, sept éléments nummuloïdes occupent une longueur de 100 millimètres, tandis que le diamètre est de 40 millimètres au gros bout, et de 30 millimètres au bout opposé. Ces éléments sont notablement obliques, à cause de la position du siphon près du bord de l'Orthocère. La section transverse est à peu près circulaire.

La section longitudinale de ce fragment nous le montre con-

plètement rempli de spath calcaire à gros cristaux, translucides, excepté un petit canal irrégulier et étroit, qui le traverse dans toute sa longueur, et qui contient du calcaire bleuâtre impur, comme celui qui constitue la roche ambiante. Comment un siphon présentant une si grande capacité n'aurait-il pas été envahi par la matière vaseuse, s'il avait été vide à l'époque de la mort de l'animal? Cette considération, étendue à tant de fragments semblables de la même région, confirme bien l'origine organique du calcaire cristallin, ainsi que nous l'avons exposé ailleurs, au sujet de l'*Orthoceras duplex*, et autres espèces appartenant à la Scandinavie.

Dans l'une des planches de notre ouvrage, nous avons mis en regard la vue extérieure du fragment étudié et celle de sa section longitudinale. Ces deux figures, ainsi rapprochées, nous montrent la connexion entre les apparences intérieures et extérieures du siphon. Par là nous pouvons reconnaître que le bord externe de la membrane nummuloïde, comprimée entre les anneaux obstructeurs jusqu'au troisième degré, laisse cependant une trace très distincte sur la surface du fossile. C'est une ligne oblique qui divise chaque sphéroïde, et sur laquelle nous voyons parfois une série de petites cavités, indiquant les extrémités des canaux qui se sont maintenus dans les plis de la membrane, durant la compression. La section (Pl. C, fig. 18) confirme l'obliquité du plan d'écrasement, et nous montre en même temps une certaine irrégularité, très concevable dans les traces linéaires que les membranes ont laissées dans les divers éléments. On n'aperçoit, en effet, que des lignes colorées, un peu épaisses, qui partent du canal interne, et se dirigent vers le bord, sous la forme de courbes variables. Aucune d'elles ne présente une injection du calcaire bleuâtre qui remplit le canal longitudinal, ce qui prouve que l'écrasement avait été complet avant la mort de l'animal. Quant au canal lui-même, il est fort irrégulier dans son tracé et dans sa largeur, qui ne dépasse pas 3 millimètres au maximum, dans ce fragment. Sa position un peu excentrique vers le petit bout s'écarte de plus en plus du centre vers le bout opposé. Nous n'avons pas cependant les matériaux nécessaires pour juger si cette excentricité est un caractère spécifique, ou bien une irrégularité purement individuelle. C'est ce que nous enseigneront un jour les savants scandinaves, auxquels nous nous bornons à indiquer ces études. Nous faisons seulement observer que le canal, en se déplaçant, tend à se rapprocher du bord du siphon le plus voisin de l'axe de l'Orthocère, comme dans la forme dont nous allons parler.

3. Parmi les formes confondues ensemble sous le nom d'*Orthoceras crassiventre*, nous en distinguons une seconde dont le siphon, sur une même longueur de 400 millimètres prise comme terme commun de comparaison, offre entre ses deux extrémités une différence de diamètre moitié moindre que dans la forme précédente. Nous en avons figuré un fragment (Pl. C, fig. 19). L'original, représenté en entier sur une des planches de notre ouvrage, nous a été fort obligeamment prêté par M. Adolphe Brongniart, et a été recueilli par son illustre père, Alex. Brongniart, durant son voyage en Scandinavie. Il paraît provenir de Gothland, et sa section transverse est sensiblement circulaire, comme dans la forme ci-dessus. Outre le caractère distinctif que nous venons d'indiquer, le lecteur remarquera que les éléments nummuloides paraissent plus serrés et plus aplatis. A ces indices extérieurs s'ajoute une circonstance toute particulière, que la section du spécimen nous a révélée : c'est que le canal dans lequel le cordon charnu se trouve refoulé, par suite de l'obstruction du siphon, est presque marginal, comme dans *Orthoceras imbricatum* décrit ci-dessus. Bien que le spécimen qui nous occupe ne permette pas de déterminer exactement quelle était la place du siphon par rapport aux contours de l'Orthocère, nous voyons cependant que cette position devait être fort excentrique, puisque les éléments nummuloides sont très notablement inclinés. Or, on sait que lorsqu'une semblable inclination existe dans un siphon quelconque, le point le plus élevé de chaque élément correspond au bord externe du siphon, et le point le plus bas à son bord interne. D'après cette considération, le canal que nous signalons se trouve situé contre le bord interne du tube siphonal, c'est-à-dire comme dans *O. imbricatum*. Il y a cependant entre ces deux espèces une différence, en ce que l'anneau obstruteur est complètement interrompu sur le bord interne dans *O. imbricatum*, tandis qu'il se continue sans interruption, quoique très réduit, dans l'espèce comparée.

La figure que nous donnons montre que le canal finit par s'oblitérer complètement. Sur toute la longueur, qui restait vide lors de la mort de l'animal, nous trouvons la roche ambiante impure et bleuâtre, qui a dû y pénétrer à l'état vaseux. Tout le reste de la capacité du siphon est occupé par le remplissage organique sous l'apparence de calcaire spathique, très translucide et bien cristallisé en certains points, tandis qu'il est opaque et concrétionné en d'autres parties. Il y a de petites géodes dans les portions les plus cristallines où nous sommes porté à croire que le dépôt s'est fait

le plus rapidement, et où il a subi des réactions qui ont pu en dissoudre une partie.

Dans ce cas, comme dans *O. imbricatum*, la trace de la membrane nummuliforme, comprimée au troisième degré d'écrasement, apparaît comme une cloison transverse dans chaque élément, un peu au-dessus du milieu de la hauteur de celui-ci. Cette sorte de cloison consiste en une matière plus compacte, mais qui ne s'écarte pas de la nature du dépôt que nous venons d'indiquer. La trace de la même membrane se montre sur la paroi externe du siphon, sous la forme d'une rainure oblique que l'on reconnaîtra aisément sur la figure que nous en donnons dans notre ouvrage, en face de la section longitudinale.

Nous avons vu aussi des siphons nummuliformes de Scandinavie, qui ont une section fortement elliptique, et qui appartiennent aussi peut-être à d'autres espèces. C'est ce que nous ne pouvons déterminer faute de documents suffisants.

§ VII. Remplissage organique dans divers genres, sous la forme de lamelles rayonnantes.

On a signalé depuis longtemps des lamelles rayonnantes dans le siphon de plusieurs genres de Nautilides paléozoïques. Après tout ce qui vient d'être dit, il nous semble qu'on ne saurait hésiter à reconnaître dans ces lamelles un procédé particulier de remplissage du siphon. Notre conviction, sous ce rapport, sera sans doute partagée par les savants, lorsqu'ils remarqueront avec nous que les lamelles se développent graduellement suivant l'âge des individus, et qu'elles finissent par obstruer complètement la cavité siphonale, en commençant par la partie la plus ancienne de la coquille. Un fragment d'*Orthoceras Jovellani*, Vern., que nous figurons (Pl. C, fig. 16, 17), montre clairement cette progression croissante du dépôt lamelliforme, à partir de la circonférence du siphon vers le centre, à mesure qu'on descend vers la pointe. On voit, au contraire, que le canal resté vide au centre croît en diamètre en allant vers le gros bout de l'Orthocère, c'est-à-dire en sens opposé. Cette observation, étendue à plusieurs espèces, nous paraît concluante, mais nous croyons cependant devoir faire remarquer que, pour constater l'accroissement des lamelles et l'obstruction entière du siphon vers la pointe, il faut avoir sous les yeux la section d'une partie considérable d'un même individu, car les lamelles peuvent offrir une apparence uniforme sur la longueur d'un petit fragment.

M. Louis Saemann a déjà observé dans *Cyrtoceras depressum* de l'Eifel le fait que nous veuons d'énoncer, et il a aussi considéré les lamelles de cette espèce comme un remplissage entre l'enveloppe siphonale et le tube central qu'il admet dans le siphon (*Ueb. Nautil. in Palæontogr.*, III, 152, 1853).

Le dépôt lamelliforme par le cordon charnu, dans l'intérieur d'un siphon, peut s'expliquer en concevant ce cordon comme offrant à sa surface un grand nombre de plis, dans les intervalles desquels les lamelles se formaient par sécrétion. L'accroissement graduel de ces parois rayonnantes resserrait successivement les membranes sécrétantes en les refoulant vers le centre, et devait finir par causer leur complète oblitération, comme cela se passait entre les anneaux obstruteurs dans les siphons moniliformes.

Le mode de remplissage lamelliforme a été observé jusqu'à ce jour dans le siphon de divers genres, savoir : *Orthoceras*, *Gomphoceras*, *Cyrtoceras*, *Phragmoceras*. Ce mode est donc plus étendu, sous ce rapport, que ceux qui ont été précédemment étudiés, et qui semblent particuliers au genre *Orthoceras*. Nous citerons comme exemples quelques espèces bien connues : *Orthoceras triangulare*, A. V. ; *Orthoceras Buchi*, Vern. ; *Cyrtoceras compressum*, Goldf. ; *Cyrtoceras depressum*, Goldf. ; *Phragmoceras orthogaster*, Sandb. Toutes ces formes sont dévoniennes, mais nous en figurerons dans notre ouvrage quelques-unes qui appartiennent à notre division silurienne supérieure.

Nous ferons remarquer qu'on ne trouve des lamelles rayonnantes que dans des siphons dont le diamètre est un peu considérable, par rapport à celui de la coquille. Nous n'en avons pas reconnu jusqu'ici dans des siphons étroits. Ce fait est en harmonie avec ceux que nous avons signalés au sujet du remplissage sous la forme d'anneaux obstruteurs.

Ordinairement les lamelles s'étendent dans les adultes à partir de l'origine du siphon jusqu'à son extrémité supérieure, sans aucune interruption dans toute cette étendue. Cette disposition générale éprouve une singulière exception dans un *Orthocère* dont nous ne connaissons encore qu'un seul exemplaire. Il appartient à la collection des mollusques du Jardin des Plantes, et il nous a été communiqué avec beaucoup de complaisance par M. Valenciennes. Les savants le trouveront figuré sur une des planches de notre ouvrage, et ils remarqueront que les lamelles rayonnantes n'existent qu'au droit des goulots, c'est-à-dire des étranglements du tube siphonal. Il reste donc un espace assez considérable entre ces divers étages de lamelles, qu'on peut comparer avec la plus

complète analogie aux anneaux obstructeurs décrits ci-dessus dans les siphons cylindroïdes, parmi lesquels peut aussi se ranger celui qui nous occupe.

Ce n'est pas ici le lieu de nous étendre sur cette espèce, que nous décrirons dans notre second volume sous le nom d'*Orthoceras Laumonti*, parce qu'elle a été originairement recueillie par M. Gillet de Laumont dont le nom est bien connu dans la minéralogie.

Les paléontologues savent qu'un assez grand nombre de céphalopodes des contrées rhénanes, c'est-à-dire dévoniens, offrent une structure lamelliforme dans leur siphon. Parmi eux on peut distinguer *Cyrtoceras depressum*, Goldf., que MM. d'Archiac et de Verneuil ont figuré dans leur beau travail sur la faune paléozoïque de cette région (*Rhen. prov.*, Pl. XXIX, fig. 1, in *Geol. Trans.*). Or, la figure en question montre au gros bout du siphon, outre les lamelles rayonnantes, une sorte d'étoile qui occuperait le centre du canal. Cette apparence extraordinaire n'est due qu'à l'imagination du dessinateur, ainsi que M. de Verneuil et nous l'avons récemment reconnu en examinant attentivement le spécimen figuré. Cette espèce rentre donc dans la loi ordinaire.

§ VIII. Observations générales sur le remplissage organique du siphon des céphalopodes.

1° Le siphon des céphalopodes vivants ne nous montre aucune trace de remplissage organique, dans le petit nombre d'espèces où nous connaissons cet organe, savoir : *Nautilus Pompilius*, *N. umbilicatus* et *Spirula Peroni*. Comme les siphons de ces coquilles sont assez étroits, nous ne devons pas nous étonner de les trouver sans dépôt, puisque telle est aussi la loi que nous avons observée relativement aux céphalopodes paléozoïques. Nous ajouterons qu'ayant eu l'occasion de voir un assez grand nombre de sections de *Nautilus* appartenant à divers étages géologiques des grandes périodes paléozoïques secondaire et tertiaire, nous n'avons reconnu dans leur siphon aucun dépôt organique, sous aucune apparence quelconque. Ce fait doit nous étonner parce que, dans plusieurs des espèces observées, la largeur du siphon est telle que nous aurions pu nous attendre à y rencontrer quelque sécrétion analogue à celle des *Orthocères* dont le siphon offre des dimensions analogues. Nous citerons en particulier *Nautilus Atari* des terrains tertiaires, dont le siphon, extrêmement large, ne nous offre cependant aucune trace d'obstruction d'origine organique. Il ne nous appartient pas de chercher à expliquer cette anomalie.

2° Le fait du remplissage organique étant une fois bien constaté dans les Orthocères paléozoïques à large siphon, il devient très aisé de concevoir pourquoi l'on trouve si souvent les siphons de ces espèces conservés isolément, tandis que tout le reste de la coquille a disparu sans laisser presque aucune trace. En effet, le ballottage prolongé dans les flots devait détruire à la longue la grande chambre d'habitation et les loges à air, lorsqu'elles ne se trouvaient pas consolidées par un remplissage conservateur. Le siphon, au contraire, étant transformé en un corps solide, devait présenter une plus grande résistance à ces causes de destruction. Même en perdant son test par le frottement et en se subdivisant en fragments plus ou moins longs, il avait beaucoup plus de chances pour arriver à un lieu de repos et d'enfouissement. Sans ces circonstances, nous ne connaîtrions pas l'existence des céphalopodes de l'Amérique septentrionale jusqu'ici représentés par les siphons dits *Huronia*, et par les siphons décroissants que nous avons comparés ci-dessus à celui de notre *Orthoceras docens*. Il est très vraisemblable cependant qu'on parviendra à découvrir les coquilles auxquelles appartiennent tous ces siphons américains, comme on connaît plusieurs de celles d'où dérivent les siphons isolés, soit des *vaginati*, soit des *cochleati*, dans le nord de l'Europe.

3° Nous savons par le grand ouvrage de J. Hall, déjà cité, que *Ormoceras tenuiflum* se trouve, avec un immense nombre de spécimens, dans le calcaire de Black-River, près Watertown et autres localités, aux États-Unis. A ce fait M. Louis Sacmann a ajouté une importante observation, en ce qu'il a constaté, dans son intéressant Mémoire sur les Nautilides, que la plupart de ces Orthocères, couchés dans la roche, ont le siphon placé en dessous. Combinant cette circonstance avec une autre, savoir, que la majeure partie de la capacité du siphon est remplie de calcaire spathique, tandis que la roche ambiante n'a pénétré que dans un canal étroit, le savant conclut avec raison que ce siphon devait être rempli par quelque substance après la mort de l'animal, et par conséquent aussi auparavant; sans quoi l'on ne pourrait s'expliquer ni l'apparence des matières qui le remplissent, ni la position uniforme des coquilles (*loc. cit.*, p. 148). Plus loin, M. Sacmann, revenant sur ce sujet, mentionne de nouveau la vraisemblance d'un remplissage organique du siphon dans *Actinoceras* (*Ormoceras*) comme dans *Cyrtoceras depressum*. Il attribue la formation de ce dépôt aux canaux verticillés qui s'étendent entre l'enveloppe siphonale et le tube interne supposé dans ce genre (*loc. cit.*, p. 152).

En faisant abstraction de la conception relative au mode de dépôt, nous nous plaisons à rendre hommage à la fois à ces observations et déductions de M. L. Saemann. Elles ont été fondées en partie, comme on le voit, sur un fait tout différent de ceux qui nous ont guidé nous-même dans nos recherches exposés ci-dessus. Nous devons ajouter aussi, pour ceux qui n'ont pas lu le beau Mémoire de M. L. Saemann, que ce savant a décrit *Actinoceras* dans une conviction diamétralement opposée à celle que nous avons exprimée dans ce travail. Il a ingénieusement tiré parti des faits pour chercher à démontrer l'existence du tube central et des canaux verticillés dans le siphon de ce genre, tandis que nos interprétations tendent à réduire ce tube et ces canaux à une simple apparence du fossile, sans réalité dans l'organisation de la coquille. Malgré cette divergence de vues, nous nous félicitons de pouvoir invoquer ici l'opinion de M. Saemann sur le remplissage organique des *Actinoceras* du Black-River, parce que nous pensons comme lui que la considération de ce fait explique parfaitement la position à peu près constante des individus avec le siphon appliqué sur le plan de dépôt.

4° Par suite de quelle cause ou dans quel but avait lieu le remplissage organique du siphon dans les céphalopodes paléozoïques ?

La solution de cette question serait sans doute bien plus facile pour nous, si nous avions une connaissance plus complète de ce qui se passe dans les gastéropodes vivants, car le meilleur guide du paléontologue est toujours l'analogie. D'après le petit nombre de faits que nous avons exposés ci-dessus au sujet de cette classe, on peut concevoir au dépôt vitreux un but différent dans divers genres et espèces, suivant les particularités de leur existence. *Magilus antiquus*, enfermé dans une Méandrine, doit nécessairement s'élever dans son tube pour veiller à ce que son ouverture ne soit pas obstruée par l'accroissement du polypier. Il comble donc l'espace vide derrière son corps. Dans les genres qui vivent libres, comme *Strombus*, *Terebra*, etc., l'accroissement de la capacité de la coquille étant plus rapide que celui du volume du mollusque, on conçoit aussi que l'animal doit s'élever dans son hélice en remplissant les tours qu'il abandonne. Mais on peut supposer aussi que le remplissage, dans ce cas, est en même temps destiné à rendre plus solide cette extrémité de la coquille qui, n'étant plus en contact avec le corps, reste hors de la portée des réparations. Évidemment le Magile, à l'abri de toute atteinte dans son polypier, n'a point à se prémunir contre les accidents qui menacent la pointe des coquilles libres.

Considérons maintenant que le dépôt vitreux des gastéropodes n'est pas limité aux tours les plus anciens de leur hélice, mais s'étend jusque près de l'ouverture, ainsi que nous l'avons fait observer ci-dessus. Ce dépôt n'a donc pas pour but unique de combler un espace vide et inutile. On pourrait supposer qu'il est destiné à renforcer le test, ou à protéger le corps contre les attaques des parasites perforants. Peut-être aussi doit-il agir uniquement comme un poids inerte, nécessaire à l'équilibre, dans la combinaison de la station et des mouvements du mollusque.

Outre le point de vue de l'utilité qu'on peut admettre pour le dépôt vitreux, il y aurait encore lieu de rechercher si, dans certains cas, il ne doit pas être considéré comme une sorte d'exubérance due à la faculté de sécrétion du manteau. Cette faculté, inhérente à la nature du mollusque qui doit se couvrir d'une coquille, n'est pas limitée au temps de la construction de son enveloppe, car la nature prévoyante ne peut pas lui enlever les moyens de réparer des avaries accidentelles, durant le cours de son existence. Ainsi, la faculté de sécrétion restant en réserve, il faut bien que son action se manifeste par quelque produit. Telle peut être la cause du dépôt vitreux dans la partie supérieure des coquilles.

De semblables considérations s'appliqueraient aussi aux céphalopodes, en y mettant toute la réserve que nous inspire notre ignorance des particularités relatives à leur existence.

Il nous semble d'abord que la coquille longue et volumineuse de certains Orthocères, tels que les *vuginati* des deux continents, présentant une densité moindre que celle de l'eau à cause de ses nombreuses loges aériennes, et l'animal lui-même ayant également un faible poids relatif, lorsqu'il n'était pas contracté dans sa chambre d'habitation, il résultait de cet ensemble un tout qui offrait beaucoup de volume et peu de masse. Or, on sait qu'un semblable corps, plongé dans un liquide, serait difficile à mouvoir et impropre à conserver une impulsion donnée, car, faute d'un poids suffisant, il ne saurait acquérir une quantité de mouvement un peu considérable. La nature aurait suppléé à ce manque par l'accumulation du dépôt organique dans le large siphon de ces Orthocères, à peu près comme on prolonge et régularise le mouvement donné à une machine par l'addition d'une roue pesante qu'on nomme le volant. La même considération s'appliquerait à toutes les espèces du genre *Orthoceras*, dans lesquelles se trouve un siphon moniliforme plus ou moins développé et rempli par un dépôt organique. On pourrait l'étendre aussi à une famille de

céphalopodes toute différente de celle que nous étudions, c'est-à-dire aux Bélemnites.

Outre ce but très vraisemblable du remplissage dans les Orthocères, qui avaient besoin de la plus grande vitesse à cause de leurs habitudes carnivores, nous sommes porté à croire que durant la vie de l'animal il était exposé à perdre par accident une partie de sa longue coquille. Dans ce cas, le dépôt organique servait à fermer le siphon et à protéger la partie postérieure du corps contre tous les inconvénients d'une large brèche, peut-être hors de la portée des bras. Nous expliquerions de même l'obstruction successive au droit de chaque étranglement dans tous les siphons cylindroïdes dont nous avons parlé ci-dessus. Enfin, comme il n'est pas douteux, d'après les faits observés, que la vie se retirait graduellement vers le gros bout dans la coquille des Orthocères, du moins lorsqu'elle était de forme allongée, les anneaux obstruteurs constituaient la limite entre la partie morte et la partie vivante, à chaque période de l'existence individuelle.

5° Existe-t-il une relation quelconque entre l'époque géologique à laquelle appartiennent les divers groupes d'Orthocères et le mode de remplissage organique de leur siphon ?

Cette question ne peut recevoir une solution générale et satisfaisante que lorsque les savants, dont nous espérons provoquer les observations par ce mémoire, auront cherché et communiqué les faits relatifs au terrain dont ils s'occupent. En attendant, nous constaterons les résultats de nos études personnelles.

1. Le remplissage organique, sous la forme d'un dépôt continu ou de gaines coniques plus ou moins régulières et espacées dans le siphon, paraît jusqu'ici caractériser exclusivement le groupe des Orthocères dits *vaginati* dans les deux continents. Ce groupe appartient, sans exception connue jusqu'à ce jour, à la Faune seconde silurienne où il était prédominant, au milieu de divers autres groupes plus ou moins représentés à cette époque, et qui se sont propagés en se développant, pour devenir prédominants à leur tour dans les Faunes subséquentes.

2. Nous avons observé le dépôt organique, sous la forme d'anneaux obstruteurs isolés, dans des Orthocères à siphon cylindroïde appartenant à la Faune troisième silurienne de Bohême, de France et de Suède. Nous pensons qu'il est très vraisemblable que cette forme de dépôt sera également reconnue tôt ou tard dans les espèces analogues qui caractérisent d'autres Faunes, soit antérieures, soit postérieures.

3. Le remplissage, sous la forme d'anneaux obstruteurs conti-

gus, se reproduit dans presque toute la série des Faunes paléozoïques, avec les Orthocères à siphon moniliforme ou nummuloïde, qui paraissent avoir été représentés dans chacune des principales époques de cette période. Nous avons déjà cité les espèces américaines dites *Actinoceras*, *Ormoceras*, etc., qui caractérisent la Faune seconde de cette contrée, et principalement l'horizon du *Black River limestone*, et des calcaires dolomitiques du lac Huron. Jusqu'ici nous ne connaissons aucune forme analogue appartenant à la Faune seconde des régions européennes.

Les Orthocères à siphon nummuloïde ont été signalés en Amérique par J. Hall, sous le nom d'*Ormoceras vertebratum*, dans le *Clinton group*, c'est-à-dire dans la Faune troisième, et nous avons sous les yeux des spécimens de cette espèce, qui nous montrent le mode de remplissage propre à cette forme de siphon. Il en est de même dans divers Orthocères d'Europe déjà nommés, comme *Orthoceras docens*, de Bohême, une forme dite *O. nummularium*, d'Elbersreuth, en Franconie, *O. crassiventre*, de Gothland, etc., qui appartiennent également à la Faune troisième de ces contrées.

La France dévonienne nous présente aussi des espèces du même groupe. Nous en citerons une trouvée à Néhou, en Normandie, et sur la section de laquelle nous reconnaissons distinctement les anneaux obstrueteurs contigus. Ce spécimen, que nous figurons et décrivons dans notre ouvrage, fait partie des belles collections de l'École des mines, et nous a été communiqué par M. le professeur Bayle, avec sa libéralité accoutumée.

La Faune des terrains carbonifères a déjà fourni depuis longtemps une espèce à siphon moniliforme, *Orthoceras giganteum*, Sow., transformé successivement en *Actinoceras Simmsii*, Stok., et *A. giganteum*, M'Coy. Nous rapporterons provisoirement à cette espèce un bel exemplaire que M. le professeur Bayle nous a prêté, et qui provient de Belgique. Les savants le trouveront figuré dans notre ouvrage, et verront que sa section expose une longue suite d'anneaux obstrueteurs bien développés, dans un siphon placé tout entier entre l'axe et la coquille. Ce caractère distingue, à première vue, cette forme d'une autre du même terrain, nommée *Actinoceras pyramidatum* par M. le professeur M'Coy, et qui a, au contraire, le siphon à peu près central. Un magnifique spécimen de ce dernier Orthocère, rapporté d'Irlande par M. de Verneuil, nous montre dans sa section longitudinale les anneaux obstrueteurs contigus, très clairement marqués, avec un petit canal irrégulier qui est resté au centre. Ces traits se reconnaissent tout aussi

bien dans la figure que M. le professeur M'Coy a donnée de cette espèce dans sa *Synopsis* des fossiles carbonifères du même pays. Nous nous plaisons à invoquer cette figure, que nous reproduirons ailleurs, parce que le spécimen qu'elle représente a conduit M. le professeur M'Coy à une interprétation toute différente de la nôtre (*Synops. carb. foss. Irel.*, Pl. I, fig. 5).

Ainsi, d'après les faits à notre connaissance, le groupe des Orthocères à siphon moniliforme ou nummulôide (*cochleati*), représenté dans toutes les grandes Faunes à partir de la Faune seconde silurienne jusqu'à la fin de la Faune carbonifère, conserve, durant cette longue période de temps, le même mode de remplissage organique, sous la forme d'anneaux obstructeurs contigus.

4. Les lamelles rayonnantes obstruent le siphon dans plusieurs genres, ainsi que nous l'avons indiqué ci-dessus; mais il est intéressant de remarquer que le plus grand nombre des céphalopodes dans lesquels ce mode de remplissage a été bien constaté, jusqu'à ce jour, appartient au terrain dévonien. Au contraire, les siphons à lamelles nous paraissent très rares dans les Faunes siluriennes.

Il est de fait que le bassin silurien de la Bohême ne nous a fourni jusqu'à ce jour aucune espèce du genre *Orthoceras*, ni du genre *Cyrtoceras*, qui offre un remplissage lamelliforme. Nous n'avons constaté la présence des lamelles que dans le siphon d'un petit nombre de formes qui appartiennent, soit aux *Phragmoceras*, soit aux *Gomphoceras*, et qui caractérisent toutes la Faune troisième, c'est-à-dire la division silurienne supérieure.

Nous n'avons pas malheureusement des documents aussi positifs sur les Faunes des autres contrées siluriennes, parce que l'attention des savants n'a pas été spécialement dirigée sur ce point. Cependant, nous ferons remarquer que, dans presque tous les cas où l'on a mentionné des lamelles, il s'agissait des Orthocères à siphon moniliforme, ou bien des siphons isolés dits *Haronia*. Or, dès qu'il est question de formes semblables, nous croyons être en droit de réclamer une nouvelle observation des faits, parce qu'il est fort possible que la première indication ait été erronée, par suite des apparences interprétées dans ce mémoire. En effet, nous avons cherché à faire concevoir comment les membranes nummulôides ou expansions du cordon charnu, lorsqu'elles étaient comprimées entre les anneaux obstructeurs, devaient éprouver un plissement rayonnant à partir de l'axe vers la circonférence du siphon. Par conséquent, une brisure transverse, plus facile que toute autre suivant le plan d'écrasement des membranes, doit exposer une surface plus ou moins plissée et rayonnée, qu'on peut aisément

attribuer à des lamelles. C'est ce que nous voyons confirmé par la figure de *Huronia spheroidalis* donnée par Bigsby et Stokes, et qui montre une brisure du siphon telle que nous venons de l'indiquer, suivant le plan d'écrasement (*Geol. Trans.*, 1^{re} sér., I, Pl. XXVIII, fig. 5). Nous sommes porté à interpréter de même la section transverse de *Huronia vertebralis* (*ibid.*, Pl. XXVIII, fig. 6), bien que son aspect porte encore plus à supposer un système de lamelles. Notre opinion se fonde sur ce que, parmi les nombreuses figures de diverses *Huronia* données par Bigsby et Stokes, soit dans la planche citée, soit postérieurement (*ibid.*, vol. V, Pl. LX, fig. 2, 3), aucune ne montre les lamelles supposées, dans leur extension longitudinale. L'existence des lamelles se réduit donc à l'apparence d'une section transverse, qui peut aisément induire en erreur. Ainsi, nous attendrons de nouvelles informations avant d'admettre définitivement que les siphons isolés dits *Huronia* renferment des lamelles rayonnantes. Quant aux formes décrites par divers auteurs, sous les noms d'*Ormoceras* et *Actinoceras*, nous pouvons affirmer, après en avoir examiné un assez grand nombre, qu'il nous a été impossible de découvrir des lamelles longitudinales dans leur siphon.

Nous devons faire remarquer que, dans *Actinoceras pyramidatum*, M'Coy, ainsi que dans une espèce dévonienne de Néhou que nous figurons ailleurs, la surface externe des éléments nummuloïdes offre une série de petits sillons longitudinaux, qu'on pourrait prendre pour l'indication de l'existence de lamelles dans l'intérieur. Cette apparence n'est réellement due qu'à un léger plissement sur la surface des membranes sphéroïdales du cordon charnu, car nous n'avons pu trouver aucune trace de véritables lamelles dans ces fossiles. Nous citons ce fait pour tenir en garde les observateurs, qui chercheront le remplissage lamelliforme dans les céphalopodes siluriens.

Ainsi, tandis que les siphons obstrués par des lamelles rayonnantes sont assez fréquents dans les céphalopodes dévoniens, ils sont jusqu'ici très rares dans les céphalopodes siluriens.

En résumant ce paragraphe, nous dirons que, malgré l'insuffisance des observations relatives à une question restée intacte jusqu'à ce jour, l'étude du remplissage organique du siphon conduit à des résultats qui confirment et étendent les notions précédemment acquises sur la distribution verticale des céphalopodes dans la série des étages paléozoïques. Cette étude, aidant à distinguer l'ordre de succession des divers groupes de ces mollusques, doit donc contribuer à compléter les données que la paléontologie

s'efforce de recueillir dans le but d'établir la chronologie géologique des dépôts sédimentaires, qui constituent une si grande portion de l'écorce solide de notre globe. Ainsi, des faits qui, au premier abord, paraissent presque insignifiants dans l'étude des fossiles, finissent par jouer un rôle utile dans la solution des plus grandes questions que la science se propose de résoudre.

Explication des figures.

Pl. A. fig. 1. Section longitudinale, suivant l'axe, d'un *Orthoceras* de Bohême, qui paraît presque identique avec *O. subannulare*, Münst. On voit les anneaux obstruteurs représentés par leurs sections de chaque côté, au droit des étranglements du siphon, et offrant, comme dans la nature, une teinte plus foncée que le dépôt cristallin calcaire, qui a rempli les vides après la mort du mollusque.

Fig. 2. *Orthoceras docens*, Barr.—Section longitudinale suivant l'axe de la coquille et du siphon, qui est à peu près central. Cet exemplaire montre la décroissance du siphon, c'est-à-dire sa diminution graduelle de diamètre, sur une certaine partie de sa longueur. On voit aussi, dans les éléments nummuloides constituant la portion inférieure, les anneaux obstruteurs qui se développent de plus en plus en allant du haut vers le bas, de sorte que leurs surfaces deviennent contiguës. Une partie des contours des éléments nummuloides du siphon est dissoute, mais on peut aisément les reconstruire par la pensée. On reconnaît la trace d'un canal qui restait vide au centre des anneaux durant le remplissage, et qui a été comblé par du calcaire spathique durant la fossilisation.

Fig. 3, *id.*—Autre spécimen montrant seulement la partie décroissante du siphon et les anneaux obstruteurs contigus. Le remplissage présente les mêmes circonstances que dans le premier exemplaire.

Fig. 4. Section transversale du spécimen fig. 3, au droit de l'élément nummuloides le plus bas dans le siphon, et suivant le plan d'écrasement.

Fig. 5. *Ormoceras Bayfieldi*, Stokes.— Cette figure est reproduite d'après celle qui se trouve dans le mémoire de l'auteur cité (*Geol. Trans.*, vol. V, Pl. LX, fig. 4). En la comparant aux figures d'*Orthoceras docens*, on y reconnaît les contours à demi dissous des éléments nummuloides du siphon et la forme des anneaux obstruteurs dont la partie interne a été dissoute, tandis que la couche externe s'est conservée. Le spécimen original provient de l'île Drummond, dans le lac Huron, en Amérique.

Pl. B. fig. 6. Section idéale, longitudinale, d'*Actinoceras Richardsoni*? Casteln. Cette figure, destinée à rendre la fig. 7 plus intelligible, représente le fossile au moment où sa fossilisation a été complète, sans qu'il eût subi aucune altération dans son dépôt organique. Ce dépôt est figuré par les surfaces réniformes, d'une teinte un peu foncée, de chaque côté du siphon. Les dépôts dolomitiques qui ont tapissé toutes les surfaces internes de la coquille après la mort de l'animal sont

représentées par une teinte presque blanche. Le calcaire vaseux qui a rempli tous les vides pour compléter le remplissage est figuré par la teinte noire.

Fig. 7. *Actinoceras Richardsoni* ? Căsteln. — D'après le spécimen original appartenant à la collection géologique du Jardin des Plantes, et qui nous a été prêté par M. Charles d'Orbigny. Une fracture longitudinale permet de voir l'intérieur du fossile. Les cloisons sont dissoutes, ainsi que les anneaux obstrueteurs du siphon, et l'on voit à leur place des vides plus ou moins réguliers, figurés en noir, et dont les parois sont tapissées de cristaux. Le calcaire dolomitique qui a recouvert toutes les surfaces internes de la coquille après la mort de l'animal est représenté par la teinte presque blanche. Il forme l'enveloppe de l'axe solide occupant le centre du siphon, les nappes ondulées qui partent de cet axe, la couche externe du fossile dépouillé de son test, et la double couche qui enfermait les cloisons avant les réactions qui ont dissous les substances d'origine organique. Le calcaire vaseux qui a rempli les derniers vides dans les loges à air et dans le canal du siphon est figuré par une teinte demi-noire, moins foncée que celle qui représente les vides actuellement existants dans le fossile. On remarquera que la fig. 7 n'est pas une section suivant l'axe du siphon, comme la fig. 6, mais simplement une vue de l'intérieur. Dans la comparaison de ces deux figures, il est nécessaire de tenir compte de cette différence. Le spécimen figuré provient de l'île Manitouline, dans le lac Huron.

Fig. 8. Section longitudinale d'une partie de *Cerithium giganteum*, la columelle restant intacte à l'intérieur de la coquille. Les parties du test qui ont été coupées sont figurées avec des stries; le dépôt vitreux est représenté par les surfaces ponctuées; les vides sont en noir, et l'on y voit quelques cloisons figurées en blanc.

Fig. 9. *Magilus antiquus*, Lamck. — Ce beau spécimen, emprunté à la collection de M. Deshayes, montre le dépôt vitreux comblant presque complètement la capacité interne de la coquille. Sa section transverse est rayonnée.

Fig. 10. Forme d'une des dilations sphéroïdales ou nummuloïdes du cordon charnu du siphon, avant toute compression par les anneaux obstrueteurs. La ligne ponctuée, transverse, indique le plan idéal d'écrasement.

Fig. 11. Surface supérieure ou inférieure de l'une des membranes sphéroïdales, lorsqu'elle a commencé à se plisser, par suite de sa compression entre deux anneaux obstrueteurs contigus.

Fig. 12. Section verticale de la même membrane suivant la ligne *ab*. Les anneaux obstrueteurs sont indiqués par OOOO. On remarquera que cette section est faite dans la direction d'un pli, et, par conséquent, ne peut pas indiquer le plissement comme les sections fig. 13 et 14.

Fig. 13. Section verticale, suivant *cd*, de la membrane sphéroïdale comprimée au premier degré. Il reste encore un vide considérable

entre les plis des deux calottes opposées, bien qu'elles soient rapprochées du plan d'écrasement.

Fig. 44. Section verticale, suivant la même ligne *cd*, de la membrane sphéroïdale comprimée du second degré. Il ne reste que quelques plis, maintenant des vides, entre les calottes opposées, déjà presque complètement appliquées sur le plan d'écrasement. Les membranes sphéroïdales comprimées au troisième degré se voient sur les fig. 45, 48, 49, sous leur apparence naturelle.

Pl. C, fig. 45. *Orthoceras imbricatum*, Wahl. — Section longitudinale montrant la décroissance du diamètre du siphon vers le haut. On voit le petit canal qui reste vide durant le remplissage, le long du bord de l'enveloppe siphonale, le plus rapproché de l'axe de la coquille. Les membranes sphéroïdales, comprimées au troisième degré, sont représentées par des lignes blanches, transverses, ayant l'air d'une cloison dans chacun des éléments nummulitiques du siphon. Ce fragment appartient à la collection de M. de Verneuil et provient de Gothland.

Fig. 46. *Orthoceras Jovellani*, Vern. — Section longitudinale exposant à la fois les lamelles qui obstruent le siphon d'une manière graduelle à partir du bas vers le haut, et le petit canal conique qui reste vide au milieu durant le remplissage. Ce canal, occupé par du calcaire spathique provenant de la fossilisation, contraste par sa teinte blanche avec les lamelles qui ont une couleur presque noire dans la nature, comme sur notre dessin. Le fragment figuré provient de Sabero, en Espagne, et nous le devons à la bonté de M. de Verneuil.

Fig. 47. *Id.* — Section transverse, un peu au-dessus du petit bout. On voit dans le siphon les lamelles rayonnantes et le canal qui reste encore indiqué au centre.

Fig. 48. *Orthoceras crassiventre*, Wahl. — Section longitudinale suivant l'axe d'un siphon isolé. Le remplissage organique étant à peu près complet, la capacité presque entière est remplie de calcaire spathique. On reconnaît un canal étroit et irrégulier qui, après la mort du mollusque, a été injecté par la vase calcaire bleuâtre, figurée par une teinte foncée. Les membranes sphéroïdales du cordon charnu, comprimées au troisième degré, paraissent sous la forme de lignes courbes aboutissant au canal de chaque côté. Ces lignes sont d'une couleur brune, mais l'injection vasculaire n'a pas pénétré dans leur direction. Cet exemplaire appartient à la collection de M. de Verneuil, et provient de l'île de Gothland.

Fig. 49. — Section longitudinale d'un autre siphon isolé, analogue au précédent, mais d'une forme un peu différente. Le remplissage organique presque complet n'a laissé qu'un canal étroit, ouvert à l'injection de la vase calcaire après la mort de l'animal. Ce canal est placé très près du bord du siphon le plus voisin de l'axe de la coquille. Les membranes sphéroïdales, comprimées au troisième degré, sont représentées dans la nature par des lignes figurées en blanc, et qui ont l'air de cloisons transverses dans les éléments nummulitiques du siphon. Ces lignes sont unies, à quelque distance du canal, par des courbes qui offrent la même nature de calcaire concrétionné, plus compacte que

le reste du dépôt organique, et qui semblent correspondre à un temps d'arrêt dans le développement des anneaux obstrueteurs. Le spécimen, dont la figure ne représente qu'une partie, appartient à la collection formée par Alexandre Brongniart durant son voyage en Suède, et provient de Gothland.

M. Élie de Beaumont rend compte de la lettre suivante de M. A. Pomel.

Notice géologique sur le pays des Beni-Bou-Saïd, près la frontière du Maroc; par M. A. Pomel, sous-ingénieur aux mines de Gar-Rouban.

A l'extrémité occidentale de nos possessions algériennes, derrière la chaîne littorale des montagnes du Trara, et séparé par une plaine de 30 kilomètres, s'élève le massif montagneux des Beni-Bou-Saïd, en forme de plateau assez régulier et très escarpé au N., qui atteint une altitude que nous n'évaluons pas à moins de 1400 à 1500 mètres. La rivière de la Tafna le sépare à l'E. par des gorges profondes du massif de Tlemcen, et à l'O., il se termine par un escarpement considérable, dont l'extrémité, nommée Ras-el-Asfour, forme la limite territoriale de l'empire du Maroc. De cette extrémité du Djebel-Asfour ou montagne des oiseaux, l'œil embrasse une étendue immense dans le désert. On a à ses pieds, vers l'O., une série de plates-formes disposées en gradins du N. au S., avec leurs abruptes tournés vers le N., qui constituent un des points les plus déprimés entre le Sahara et la région agricole du Tell. Cette dépression concorde, vers le N., avec celle qui sépare les montagnes du Trara de celles des Beni-Snacen, et se continue vers le S. en longeant le pied du large massif des hauts plateaux, et rasant l'extrémité de la chaîne intérieure, qui sépare les Chotts du Sahara. On a devant soi les montagnes accidentées des Beni-Yala qui, au delà de la dépression, continuent la direction du Djebel-Asfour, parallèlement aux chaînes des Beni-Snacen et du Rif, que l'on voit se perdre dans l'horizon.

Orographie et végétation. — Le versant septentrional de ce grand plateau, qui mesure 4 à 5 myriamètres de longueur, est assez particulier dans son orographie. Le sommet présente une série d'abruptes, de corniches et de pentes plus ou moins roides, couvertes d'une magnifique végétation forestière, où les chênes verts de différentes espèces constituent l'essence dominante, presque

exclusive même. La zone moyenne, où ne croissent plus que des broussailles épaisses de chênes verts mêlés de quelques arbres de chêne ballote, des oliviers sauvages, des thuyas (*callitris*) et des lentisques, et qui devient souvent remarquable par la profusion des cistes *ladanum*, comprend cinq ou six grosses masses, isolées plus ou moins des flancs de la montagne par des cols peu profonds. De là se projettent, du côté de la plaine, des ramifications de collines arrondies, à pentes roides le plus ordinairement, et fortement découpées par des ravines profondes, qui donnent à l'orographie une complication qui n'est pas habituelle en Algérie. La zone inférieure du versant est formée de collines disloquées, à sommet rectiligne et comme tronqué, dont le bord est souvent escarpé, et que couvrent d'épais thuyas et lentisques, et, enfin, commence une plaine ondulée remarquable par la grande quantité de ses vieux oliviers sauvages.

Cours d'eau. — De nombreux petits ruisseaux descendent sur le flanc de la montagne de la zone supérieure, et constituent, par leur réunion, deux petites rivières qui tarissent en été en approchant de la plaine, l'oued Abla et l'oued Kseub. Deux autres rivières aux eaux plus abondantes sortent directement du plateau. L'une, l'oued Zouïa, qui prend sa source près de la frontière, coule dans une petite gorge de l'O. à l'E., puis s'infléchit pour se précipiter en cascades et couler directement à la plaine de Lalla-Maghnia; l'autre, l'oued Khenis, plus importante, coulant dans la même direction, mais dans une gorge bien plus profonde, se réunit à la Tafna sans sortir du massif montagneux.

J'aurais désiré décrire avec détail la géologie de cette petite région, qui vient, dans ces derniers temps, d'acquérir une importance notable par la découverte de plusieurs gîtes métallifères, dont quelques-uns, exploités dans des temps fort anciens sur une grande échelle, promettent une grande richesse minérale. Mais ne pouvant actuellement l'explorer en détail en raison du peu de sécurité qu'un voyageur isolé rencontre chez les populations kabyles, dans une contrée trop souvent encore théâtre de brigandages, je me vois obligé de me restreindre aux limites que mes travaux aux mines de Rouban me permettent d'étudier avec plus de soins, et pour lesquelles seules nous avons pu dresser une carte exacte; mais considérée d'ensemble, et sous un point de vue général, cette petite contrée ne diffère que fort peu du reste, et peut, sous ce rapport, nous servir de type.

Schistes de transition plissés suivant la direction du système du Finistère (E. 18° 45' N.). — L'immense développement en surface

des terrains crétacés et tertiaires forme, avec l'extrême rareté et l'étendue très réduite des formations plus anciennes, le trait le plus caractéristique de la géologie algérienne. Ces terrains plus anciens, qui percent çà et là le long du littoral, sont bien loin, chronologiquement, de ceux qui les recouvrent, puisqu'ils se rapprochent, pour la plupart, de la série de transition, et leur contact immédiat dénote une immense lacune dans les sédiments de cette contrée.

Cette lacune est surtout mise en évidence sur le versant septentrional de la montagne des Beni-bou-Said, le Djebel-Asfour, où l'on voit une longue bande de terrain schisteux, commençant un peu à l'O. de la Tafna, et s'étendant avec une largeur de 5 à 6 kilomètres jusqu'au Maroc, où l'œil la suit encore à distance aux formes topographiques qu'elle affecte. Elle supporte directement, dans toute cette étendue, une épaisse couche de dépôts crétacés qui constituent la zone supérieure du versant et tout le plateau, ainsi que les collines disloquées de la zone inférieure, qui s'enfoncent sous les sédiments plus modernes de la plaine.

Ce terrain comprend des schistes argileux plus ou moins fissiles, prenant rarement les caractères d'une ardoise grossière, d'une dureté variable, quelquefois décomposés, de couleur ardoisée, grise, jaunâtre, nuancés rarement, qui constituent la roche dominante. On y remarque des paillettes de mica, des grains fins de quartz, qui dominent dans certains lits de manière à former de vrais grès schisteux. Avec eux alternent un grand nombre de fois, dans un ordre en apparence irrégulier, et qu'il est impossible encore de reconnaître, des assises grossièrement schistoïdes, ou de petits bancs de grès, tantôt argileux et tendres, tantôt compactes, durs, et toujours à grains fins, dans lesquels on rencontre des cristaux de pyrite de fer. Ces quarzites font çà et là saillie à la surface du sol, au-dessus des schistes délités et décomposés. Des recherches multipliées, et souvent minutieuses, n'ont pu m'y faire reconnaître les moindres traces de corps organisés fossiles, si ce n'est une ou deux empreintes vagues et incertaines de végétaux. Je remarquerai que le terrain n'a pas subi des modifications telles, que l'on puisse supposer que les fossiles en aient été détruits.

Ce caractère négatif concorde, du reste, parfaitement avec les caractères stratigraphiques des couches, pour faire classer cette formation schisteuse dans une des plus anciennes périodes de dépôt. Des plissements nombreux sous des angles très vifs, et le plus souvent très aigus, qui rappellent parfois ceux des terrains carbo-

nifères du nord de la France, redressent partout les couches dont les tranches rubanent le sol dans une direction à peu près constante. Les affleurements des couches varient depuis N. 70° O. jusqu'à N. 110° O.; et cette amplitude ferait supposer, de prime abord, que ces directions appartiennent à deux systèmes particuliers de mouvements. Mais il n'en est point ainsi; car une étude plus attentive fait reconnaître que les plis généraux dirigés O. 2° à 3° S. de la boussole ont été primitivement redressés transversalement à leur direction, pour former un système de collines dont nous parlerons bientôt; leur direction doit donc diverger à partir du pli partout où celui-ci est coupé obliquement par le plan horizontal. Les plissements eux-mêmes affectent parfois des anomalies dues à ce que, dans leur mouvement postérieur, ils ont été chassés du plan vertical dans lequel ils étaient compris d'abord, et qu'ils ont obéi au mouvement qui a généralement infléchi l'ensemble des strates redressés vers le S. De là encore la source d'une erreur dans les observations de direction. L'orientation moyenne des arêtes de plissement et celle des tranches de strate corrigées de la déclinaison magnétique, à Rouban, est E. 16° à 22° N., et rentre aussi exactement que possible dans la direction E. 18° 15' N. que doit avoir, à fort peu près, à Rouban (4° 30' long. O. et 34° 50' lat. N.), la parallèle au grand cercle de comparaison du système du Finistère. Or, ce système n'ayant également disloqué et plissé que des terrains immédiatement antérieurs aux couches siluriennes, on est en droit d'y reconnaître une confirmation des prévisions de M. Élie de Beaumont sur l'âge de ces terrains schisteux du littoral de l'Algérie (*Notice sur les systèmes de montagnes*, p. 105); ces terrains sont donc antésiluriens.

Comme il était naturel de s'y attendre, cette formation si ancienne a été bien des fois disloquée depuis cette première révolution dont les traces orographiques ont été presque totalement effacées, et ces dislocations postérieures ont laissé, dans la fissuration des strates et dans le relief compliqué du sol, des preuves plus ou moins évidentes de leur ancienne action. La plus ancienne de celles-ci paraît être indiquée par des éruptions de roches porphyritiques en filons puissants qui, sur un parcours de 3 kilomètres, sont tronçonnées en une foule de lambeaux, avec des rejets souvent considérables.

Filons de porphyre, système du Morbihan (O. 38° 55' N.). — Un de ces filons, de 10 mètres d'épaisseur, court le long de l'oued Kseub sur le plan occidental du djebel Ger-Rouban avec une direction moyenne voisine du N. 30° O. Il se compose d'une roche

compacte de substance feldspathique presque grenue, de couleur grise, parsemée de très petits cristaux de feldspath, de quelques rares grains de quartz et d'une très faible proportion de paillettes de cuivre argentées; ses affleurements sont souvent décomposés et changés en un kaolin de même couleur, ou rougi par l'oxyde de fer qui résulte de la décomposition de gros cristaux de pyrite disséminés dans la roche.

Le versant opposé du même djebel est traversé par un autre dyke, épais de 2 mètres, d'une roche plus tendre, toute plus ou moins kaolinisée, d'un gris plus terreux, quelquefois teintée de verdâtre par du silicate de fer sans doute; dans la profondeur, elle est d'un gris plus blanchâtre, et prend une homogénéité qui la distingue de la précédente; sa direction est N. 33° O., et il est accidenté par quelques rejets difficiles à étudier à la surface, où les affleurements sont cachés par l'humus et la végétation. Il n'est connu que sur une longueur de 7 à 800 mètres.

Ce filon a cela de particulier, qu'il est accompagné de veines plus ou moins renflées de barytine lamellaire blanche, qui sert de gangue à de la galène à grandes facettes tourmentées, contenant 0,0004 d'argent, d'après des essais approximatifs. Les veines ont quelquefois 60 centimètres d'épaisseur, et se réduisent souvent à 10; elles existent tantôt sur une salbande, tantôt sur l'autre, ou simultanément aux deux parois, et, d'autres fois, elles pénètrent dans la masse du dyke. En certains points elles abandonnent le porphyre pour entrer dans les schistes, et leur gangue, alors quartzreuse, n'admet plus qu'une petite quantité de barytine. Nous avons plusieurs exemples de cette singulière modification. Cette injection métallifère est évidemment postérieure à l'apparition du porphyre, qui aura sans doute été modifié par elle et rendu plus facile à se décomposer. Elle s'est également produite, mais sur une très petite échelle, dans le grand filon de l'oued Kseub, où l'on voit, à la porte des constructions de la compagnie des mines, une veine de barytine et galène absolument identiques, épaisse de quelques centimètres, et affleurant sur quelques mètres seulement.

Si nous cherchons parmi les systèmes de montagnes une direction correspondante, nous ne trouverons que celle du Morbihan, N. 35° 30' O. de la boussole, qui puisse lui être comparée avec un écart peu important en la matière. En effet, nous avons indiqué la direction de deux lambeaux les plus étendus en longueur; mais, si nous suivons vers le N.-O. le grand filon, nous le trouverons accidenté par des failles nombreuses entre lesquelles les lambeaux varient du N. 25° et 30° à 40° et 45° O.; elle devient

même, en un point anomal, N. 60° O. On observe souvent des pointements de roches porphyriques, soit semblables aux précédentes, soit protogineuses avec des teintes verdâtres qui appartiennent à d'autres filons également disloqués, et qu'il est très difficile de relier entre eux, lorsque les affleurements sont terreux ou que le sol est couvert de broussailles et d'humus; il se pourrait que les porphyres protogineux fussent d'une date plus récente que les autres, mais c'est encore pour nous un problème difficile à résoudre. Nous ne pouvons non plus qu'indiquer en dehors de nos limites, près de l'oued Abla, une grosse masse de diorite qui perce à travers les schistes, mais dont nous n'avons pas étudié le gisement.

En considérant les dislocations en tronçons épars de ce grand dyke de porphyre, on reconnaît que celles qui l'ont le plus accidenté sont à peine marquées à la surface du sol, et qu'elles sont à fort peu près parallèles à la schistosité générale du terrain eucaissant, comme si ses lits relevés avaient simplement glissé les uns sur les autres, mais d'une quantité qui dépasse quelquefois 100 mètres. Ce mouvement paraît s'être produit à une époque peu éloignée de celle de l'apparition du système de Morbihan, ainsi que nous allons l'établir. On peut donc y voir une probabilité de plus pour rapporter l'éruption des porphyres à ce système du Morbihan, et fixer leur âge au moins au premier temps de la période silurienne.

Système du Hundsrück déterminé par la direction des collines (E. 38° $20'$ N.). — Le mouvement suivant les lits du terrain schisteux, que nous ont accusé les rejets du porphyre, a fait dévier un certain nombre de ceux-ci du N. vers l'O., de manière que leur extrémité S. se trouve portée vers l'E. du tronc voisin, l'opposée vers l'O., comme s'ils avaient obéi à une compression oblique à la schistosité. Les djebel Gar-Rouban et Tessidilt, entièrement schisteux et s'élevant à 350 mètres au-dessus du ravin de l'oued Kseub, barrent l'origine de cette vallée sous forme de cirque irrégulier, en s'allongeant suivant une direction E. 20° N. magnétique, et en faisant un angle très aigu avec les lignes de schistosité et s'y confondant même en quelques endroits. Cette direction s'observe sur tous les contre-forts qui descendent vers l'oued Kseub de la petite chaîne frontière, et se trouve jalonnée vers l'E. par plusieurs gros mamelons qui en ont été évidemment séparés plus tard. Des fentes étroites souvent remplies de quartz coupant les schistes, des ravins et de nombreuses déviations des petits cours d'eau, ont encore une direction parallèle. La plus forte saillie de ces accidents, sur

le bord méridional de la bande schisteuse, semblerait indiquer le siège de la plus grande intensité du phénomène, si les dislocations plus récentes ne devaient pas également revendiquer une part d'action dans cette élévation. La parallèle au grand cercle de comparaison du système de Hundsrück court à Rouban E. $22^{\circ} 50'$ N. magnétique, ou E. $38^{\circ} 20'$ N. astronomique, à très peu près parallèlement à la direction de ces accidents qui se trouvent à une faible distance du passage du grand cercle de ce système.

Cette concordance des phénomènes géologiques est réellement singulière dans une région si restreinte ; mais elle ne peut être l'effet du hasard ; et, quoique les grands phénomènes géologiques subséquents n'aient agi ici qu'avec une faible intensité, nous pouvons, en en scrutant avec soin les traces, reconnaître qu'elle se poursuit à travers les âges plus récents.

Système du nord de l'Angleterre (N. $5^{\circ} 45'$ E.). — Ainsi, nous observons des fissures nombreuses dont plusieurs sont injectées de quartz, et des crêtes assez aiguës et rectilignes, qui descendent du djebel Sidi-Ali-Ben-Yaya élevé de plus de 600 mètres au-dessus de Rouban, et qui vont se perdre, après des alignements successifs, sous les dépôts crétacés des derniers monticules avec une direction N. 8° à 9° E. de la boussole, peu différente de celle du système du nord de l'Angleterre qui, transportée à Rouban, est N. $5^{\circ} 45'$ O. astronomique.

Système du Rhin (N. $13^{\circ} 10'$ E.). — La même relation existe entre le système du Rhin (N. $13^{\circ} 10'$ E.) et des collines situées un peu plus à l'E. que les précédentes, partant de la corniche des mines de Zouïa, de chaque côté de l'oued Chabbat-Bousina. D'autres sommets partagent les eaux entre l'oued Aiach et l'oued Sidi-Ali-Ben-Yaya, entre l'oued Kseub et le Teniet-Rouban, depuis le Jorf central jusqu'aux collines de grès crétacés. Leurs directions varient de N. 24° à 28° E. de la boussole ; c'est-à-dire de N. 9° à 13° E., s'infléchissant ainsi vers le N. d'une petite quantité.

Filon métallifère de Gar-Rouban. — Nous passons ensuite à des dislocations plus intéressantes, en ce qu'elles ont amené au jour de riches émanations métallifères, et donné à la région dont nous esquissons les caractères géologiques une importance remarquable.

Le principal gîte métallifère de Gar-Rouban est un puissant filon qui traverse et coupe le grand dyke de porphyre sous un angle très aigu, et n'est nullement accidenté par les failles particulières à celui-ci, ou se liant aux dislocations que nous avons précédemment signalées. Il est donc postérieur de beaucoup à ce

dyke. Sa direction est néanmoins encore modifiée par deux séries de failles dont nous parlerons plus tard. Ce filon est remarquable par la singularité de ses ramifications. La partie principale, et l'on pourrait dire le corps, occupe une longueur de plus de 500 mètres sur les flancs du djebel Gar-Rouban avec une puissance de 6 à 10 mètres. Elle est composée généralement de quartz, barytine et fluorine, qui se succèdent assez régulièrement en zones parallèles, et suivant cet ordre, des salbandes au centre, et figurent sur les affleurements un rubanement parfaitement caractérisé. Cette partie paraît fort riche en minerai de plomb à l'état de sulfure notablement argentifère (de 0,0008 à 0,0015), et elle a été profondément exercée par des travaux anciens qui s'approfondissent presque à ciel ouvert sous forme d'une immense crevasse, et paraissent scrupuleusement respecter toutes les parties du filon où le minerai n'est que disséminé dans les gangues. En certains endroits, les parois des excavations portent l'empreinte évidente des coups de pointerolles; mais ailleurs les surfaces presque lisses et compactes, ainsi que des traces de charbon, attestent l'emploi du feu dans l'exploitation.

Le quartz, en général grenu, est remarquable aux affleurements par la structure en apparence fendillée par des vides minces et larges, disposés sans ordre ou rayonnants, qui semblent retracer l'image des cristallisations barytiques. A une petite profondeur dans les travaux actuels, on remarque, en effet, des lames de barytine dans le quartz, et quelquefois elles sont presque remplies par de la galène en petits cristaux empâtés. La barytine est blanche, lamellaire, et la fluorine, d'une teinte grise enfumée, est en cristaux amorphes, peu limpides et rarement bleuâtres.

Ramifications du filon. — Vers le S., le corps du filon se subdivise en deux rameaux principaux dont l'un semble prolonger l'axe, tandis que l'autre en diverge vers le S. sous un angle de 20 degrés. Le premier montre à peu près la même structure que le corps principal, à la puissance près (4 à 5 mètres). Le second ne dépasse guère 2 mètres, paraît moins métallifère aux affleurements, et n'a qu'à peine été entamé par les anciens. Cependant les travaux modernes y ont fait reconnaître de beaux massifs de minerai. Entre ces deux rameaux se trouvent des veines plus ou moins régulières de barytine, et le tout semble se terminer par un réseau de veines plus ou moins atténuées, dont quelques-unes sont encore métallifères à plusieurs 100 mètres au delà.

Au N.-O., le filon cesse d'être régulier vers un énorme empâtement quartzeux et un peu barytique, qui s'en détache du côté

du N., et cesse bientôt en s'atténuant rapidement. En même temps, il se divise en rameaux peu divergents qui se subdivisent, s'anastomosent, et reconstituent deux branches divergentes à peu près comme celles de l'extrémité opposée, avec cette différence que celle qui prolonge l'axe est située en sens inverse, et que toutes deux s'étendent sur une plus grande longueur. Des travaux assez importants, toujours à ciel ouvert, ont été opérés sur le rameau de l'axe, malgré son apparence de pauvreté et la dureté de sa gangue entièrement quartzeuse, et remplie de druses à gros pointements de cristaux. Le second rameau, également exploité sur plusieurs points, se compose d'affleurements quartzeux et barytiques, et se continue plus loin que le précédent après s'être infléchi deux fois, et avoir fourni un troisième petit rameau peu important sur lequel les anciens ont ouvert des recherches. Pris de l'extrémité du second rameau, dans une partie entamée par un ravin, on retrouve une petite quantité de fluorine dans les déblais épars des travaux anciens. Une particularité de cette partie désordonnée du filon est l'enrichissement en pyrite cuivreuse, qui partout ailleurs ne se montre qu'à des traces de coloration superficielle ou par de très rares cristaux disséminés.

Le parcours de ce curieux filon métallifère n'égale pas moins de 2,000 mètres d'une extrémité à l'autre de ses rameaux extrêmes, et quoique certaines parties paraissent devoir être plus ou moins stériles, notamment dans le réseau des ramifications, il n'en reste pas moins un vaste champ d'exploitation que les anciens n'ont fait qu'entamer dans les parties les plus faciles, et qui, tout en restant bien au-dessous de leurs travaux, peut être attaqué à la fois sur une hauteur de plus de 200 mètres par des galeries étagées d'un faible parcours.

Direction d'emprunt. — Quand on étudie avec soin les allures des divers rameaux, on est bientôt convaincu que l'anomalie de direction ne présente qu'un désordre apparent. En effet, la dislocation qu'a préparée l'éruption des porphyres a agi avec une grande intensité sur le terrain schisteux, qui se trouve pour ainsi dire craquelé par les lits de schistosité et un système très régulier de fissuration parallèle à la direction de ce porphyre. On en trouve mieux les traces à plus de 1 kilomètre de part et d'autre, et les fissures produites, quoique d'une amplitude très médiocre, sont souvent infiltrées de filets quartzeux. Près des salbandes du filon métallifère, cette injection est surtout fréquente, et on la voit partir directement de celui-ci. Or, les directions des rameaux divergents se coordonnent à l'allure de ces anciennes dislocations,

dont quelques-unes des fissures ont dû s'agrandir lors de la formation du filon métallifère, et être également remplies par lui. Il n'y a donc là qu'une direction d'emprunt avec tous les accidents qui peuvent résulter de ce genre de phénomène.

Système du Thuringerwald (O. 29° 10' N.). — En faisant abstraction des déviations des rameaux dans le sens de la direction du dyke porphyrique, nous avons eu d'autres petites anomalies produites par des failles qui ont disloqué notablement le corps du filon en deux ou trois points, et sur lesquels nous reviendrons bientôt. La moyenne de direction des tronçons est N.-O. magnétique, et ne correspond parmi celle des systèmes européens qu'aux dislocations du Thuringerwald qui, rapportées à Rouban, courent O. 44° 40' N. magnétique (O. 29° 10' N.). Cette direction se reproduit à fort peu près dans l'alignement d'une triple série de mamelons qui, partant des crêtes limites entre les bassins de l'oued Kseub et de l'oued Zouïa, se dirigent en franchissant les autres petits cours d'eau jusqu'au delà de cette première oued. Les petites vallées qui tronçonnent ce système de rides, et y rattachent des collines de formation plus récente, indiquent qu'elles sont d'une date assez ancienne, et qu'elles ont été postérieurement modifiées par d'autres mouvements dont l'empreinte est mieux marquée sur la direction des ruisseaux.

Des gîtes analogues existent à 3 ou 4 lieues vers l'E., sur le versant du djebel Abia, et ont donné lieu à une demande en concession.

Failles du système de la Côte-d'Or (N. 43° 15' E.). — Les failles qui accidentent le plus souvent le filon métallifère, mais toujours d'une petite quantité, qui dépasse rarement l'épaisseur totale du filon, sont fort nettes sur les flancs dénudés de la montagne, et se poursuivent sur près de 1 kilomètre de longueur en traversant la masse du Tessidilt suivant une direction E. 30° N. magnétique. L'orientation du système de la Côte-d'Or n'en diffère que de 1 degré 1/4 vers le N. Elles peuvent donc être rapportées à ce système, qui ne se manifeste d'ailleurs dans la contrée que par de faibles accidents topographiques.

Collines affectant la direction du système du mont Viso (N. 30° 40' O.). — Nous avons dit que les collines, alignées suivant le système du Thuringerwald dans le bassin de l'oued Kseub, avaient été tronçonnées, et que leurs tronçons formaient l'origine d'autres collines moins élevées, d'une direction différente. Ces collines courent entre les parties inférieures des oued Kseub, oued Alloufa et oued Aiach, en se rapprochant des terrains cré-

tacés qui ne portent nullement l'empreinte de leur direction. Celle-ci, N. 45° à 46° O. magnétique, ne peut coïncider qu'avec la direction du système du mont Viso, dont M. Coquand a observé également l'existence dans l'empire voisin du Maroc. Malheureusement ces accidents sont ici trop peu nombreux, et ne présentent pas avec les terrains crétacés assez de relations pour que nous puissions nous baser sur eux pour établir la classification de ces terrains. Du reste, c'est un problème dont nous espérons trouver la solution dans la partie plus orientale de la région schisteuse.

Terrain crétacé. — La bande de terrain de transition dont nous venons d'esquisser les caractères géologiques et orographiques est comprise dans une lacune des terrains crétacés, qui la limite au N. par des collines accidentées, et au S. par le long et haut plateau, brusquement interrompu à la frontière marocaine par la dépression qui constitue, en quelque sorte, la porte du Sahara. Cette formation crétacée comprend quatre groupes de couches, dont l'épaisseur totale, au-dessus de Gar-Rouban, dépasse 400 mètres.

Calcaire et dolomie. — La partie inférieure, reposant toujours sur les schistes anciens par l'intermédiaire d'un détritit ou d'une partie altérée et colorée en rouge plus ou moins violacé de 1 à 3 mètres d'épaisseur, se compose de couches puissantes d'un calcaire compacte, gris noirâtre, presque partout dolomitisé aux affleurements, et montrant alors une structure cristalline plus ou moins avancée. Les couches les plus inférieures renferment quelques débris peu caractérisés de Térébratules et d'Huitres; à la partie supérieure ils deviennent un peu marneux, alternent même avec quelques lits d'argile et de grès argileux, et renferment une quantité variable de fer oolithique qui, de chaque côté de la gorge de Zouïa, forme plusieurs couches d'un beau minerai de fer. On y trouve des Bélemnites, Ammonites, quelques mollusques gastéropodes et lamellibranches, et des empreintes du fucus du genre *Granularia*. Nous n'avons pu nous procurer de Bélemnites déterminables en raison de leur empâtement dans la roche, et nous n'osons pas non plus risquer la détermination des trois ou quatre espèces d'Ammonites, en général assez frustes, privé que nous sommes de tout élément de comparaison. Ces couches forment des corniches, des escarpements, ou des petits lambeaux disséminés le long du bord méridional de la bande schisteuse, et affectent une apparence de discordance de stratification avec le reste des couches, apparence produite par des dislocations qui ont placé à des niveaux différents les deux bords de plusieurs failles, et démantelé plusieurs des lambeaux surélevés. Ces dolomies sont,

en outre, remarquables par de nombreuses injections de substances métalliques, qui ont rempli les fissures et ont pénétré la roche dans laquelle elles sont disséminées en nodules et en cristaux plus ou moins volumineux. Ces substances sont de la galène peu argentifère (0,0002), de la blende et des traces de pyrite cuivreuse avec mélange de plomb et d'un peu de calamine. Les minerais de zinc sont peu abondants et n'ont encore été rencontrés que sur un seul point de la concession de Gar-Rouban, à l'extrémité de la corniche qui s'avance sur l'oued Zouïa et aux pieds des grands escarpements du plateau. Un peu plus à l'O. de ce point, des recherches récentes ont fait reconnaître des traces d'anciennes exploitations, et ont entamé un massif, fort riche en sulfure et en carbonate de plomb, qui envahit toute la dolomie sur une épaisseur de plusieurs mètres ; on y a trouvé dans des fissures de très belles cristallisations aciculaires d'aragonite. Ces émanations magnésiennes et métalliques sont en relation directe avec les failles dont nous venons de signaler l'existence.

Argiles marneuses. — Au-dessus de ces premières assises reposent des argiles plus ou moins marneuses qui renferment quelques bancs de calcaire marneux et de grès, et qui occupent une épaisseur que nous n'avons pu mesurer parce que les couches inférieures en sont presque partout cachées par les failles ; mais elle est au moins égale à celle des calcaires et dolomies de la base, et le tout doit mesurer environ de 120 à 150 mètres. Nous n'y avons observé aucune trace de fossiles.

Grès à empreintes végétales. — Viennent ensuite, après quelques alternances, des bancs d'un grès uniforme, à grains quartzeux, fins et cristallins, peu compactes, et s'égrenant facilement sous le choc ; on y voit quelques empreintes de végétaux indéterminables, et pour la plupart ayant été produites par des tronçons de branches et de rameaux ; une feuille et des empreintes de rameaux nous ont paru appartenir aux conifères et aux dicotylédones phanérogames. Une empreinte d'Ammonite fruste et de quelques coquilles turriculées sont les seuls débris d'animaux que nous y ayons aperçus. Les couches ont de 4 à 10 mètres de puissance, et renferment quelques assises marneuses qui produisent des sources peu abondantes. L'homogénéité de ce dépôt sur une grande surface, car il se prolonge bien au delà de Tlemcen, et son épaisseur, de 200 à 250 mètres, sont très remarquables, et font un des caractères les plus saillants de cette région. Ses pentes sont toujours assez roides, au contraire de celles des dépôts argileux, et forment souvent des escarpements verticaux qui en occupent toute l'épais-

seur. Les parties les moins déclives sont couvertes de belles forêts de chênes verts, qui ne contribuent pas peu à entretenir les belles sources qui sourdent à sa base.

Calcaire avec débris de coquilles d'Huîtres.— Des couches d'un grès noirâtre, peu marneux, forment le couronnement du plateau sur une petite épaisseur (10 à 15 mètres), et renferment des fossiles plus ou moins mal conservés, mais surtout des débris de coquilles d'Huîtres, parmi lesquels nous avons cru reconnaître une *Ostrea larva*. Ce dernier dépôt paraît acquérir plus loin une plus grande importance, et peut-être appartient-il à l'étage des Nummulites, dont nous n'avons, du reste, reconnu la moindre trace au djebel Asfour. On voit que nos renseignements paléontologiques sont, pour ainsi dire, nuls pour résoudre la question de l'âge de ces dépôts créacés, qui paraissent constituer un tout continu. L'orographie ne nous fournit pas non plus d'éléments positifs pour la solution de cette question, mais il nous paraît très probable que nous avons dans ce système de couches un représentant de l'étage supérieur des terrains créacés, postérieur à la formation du système du mont Viso.

Failles du système des Pyrénées (O. 13° 30' N.).— Le bord de la crête du plateau court dans son ensemble E. 5° N. M., c'est-à-dire E. 20° 30' N. astr.; mais il présente des anfractuosités peu profondes, dont la direction du côté O. est O. 29° à 3° N. Les lambeaux disloqués qui se trouvent au pied des escarpements, où ils forment de grandes corniches, ont été dénivelés et se sont pour la plupart élevés de manière à masquer une épaisseur notable des couches argileuses qui recouvrent les calcaires et les dolomies. Les lignes suivant lesquelles s'est opéré ce mouvement courent O. 29° N. M., et sont complètement concordantes avec la direction du système des Pyrénées, qui, transportée à Rouban, devient O. 13° 30' N. et augmentée de la déclinaison magnétique est O. 29° N. de la boussole.

Une de ces failles commence au-dessus du village de Rouban, dans le ravin de Foued Bouami, suit pendant quelque temps la direction du plateau en ce point jusqu'à l'inflexion qu'il fait au-dessus du djebel Tessidilt; les dolomies relevées du côté N. de la faille sont en contact avec les grès et cachent par conséquent toute l'épaisseur des argiles. De là la faille descend dans la vallée de Foued Boasa, met à nu la plus grande épaisseur des argiles et même peut-être une partie des dolomies, ne laisse sur son bord N. que quatre ou cinq lambeaux dolomitiques, remonte ensuite vers le Jorf Boasa, où les argiles sont encore en plus grande partie

cachées par la dolomie et les schistes sur lesquels elle repose ; elle redescend dans une autre vallée du Teniet Rouban, met à nu, cette fois sur son bord méridional, un grand escarpement dolomitique, remonte encore sur l'autre versant pour raser un autre Jorf (ou escarpement) semblablement dénivélé, et, entrant dans le Maroc, s'y prolonge au loin par des accidents analogues que l'œil reconnaît facilement. Le parcours de cette faille sur le territoire algérien est de 6 kilomètres, et la galène s'y montre en beaucoup d'endroits dans la dolomie sur le bord même de la brisure.

Une autre faille, parallèle, et située à 200 ou 300 mètres plus au N., semble la continuation de la partie haute de l'oued Oled. Elle amène au jour des dolomies avec galène à l'origine de ce ruisseau, porte un gros manelon schisteux, le djebel Sidi-Ali-Ben-Yaya, qui conserve encore des traces de son ancien manteau dolomitique, presque jusqu'à la hauteur des grès, et elle va se perdre vers l'E., au passage de l'oued Zouïa, qui coupe en deux la plate-forme dolomitique séparée au N. par cette faille. C'est sur ce lambeau inégalement soulevé que l'on a ouvert des recherches pour la reconnaissance du gisement de la galène qui y est très abondante. Sur l'un des points, elle s'est montrée souillée par un mélange, quelquefois en forte proportion, de sulfure de zinc.

Plus loin, à l'E., on remarque encore les grandes corniches du Marabout de Sidi-Jacob, qui courent dans la même direction jusqu'au djebel Abla, et ont été produites par une autre faille située encore plus au N., et dont les effets se sont fait sentir à partir même de l'oued Zouïa. On y a également reconnu quelques gisements de galène.

Système des grandes Alpes (E. 20° 15' N.). — Le grand et dernier phénomène qui a donné à la contrée son caractère orographique actuel est celui qui, ridant tout le sol barbaresque, depuis le golfe de Gabes jusqu'aux îles Ténériffe, a soulevé tout le djebel Gar Rouban, qui n'est que l'extrémité de l'une de ces grandes rides. Son orientation est exactement celle que doit avoir à Rouban le système des grandes Alpes, et c'est celle que présentent les deux oued Zouïa et Khenis, qui sillonnent le haut du plateau. Les failles pyrénéennes vont donc successivement croiser cette direction ; mais il est très remarquable que les dénivellations observées sur les flancs n'entament qu'à peine le bord de ce long plateau, et ne sont que peu perceptibles à son sommet, comme si le mouvement du terrain crétaé suivant ces failles n'avait été opéré que par le soulèvement en masse du djebel Asfour, qui n'a

pu s'effectuer en réalité qu'en modifiant plus ou moins le résultat des accidents antérieurs de dislocation.

Résumé. — En résumé nous avons reconnu dans la région des Beni-bon-Saïd les traces de plusieurs phénomènes fort anciens de dislocations, et pu établir l'âge des schistes anciens qui en constituent le sous-sol. Nous avons signalé les caractères de deux systèmes particuliers de gîtes métallifères, dont l'un est en filons antérieurs au terrain jurassique, et l'autre s'est fait jour par des failles nombreuses de l'âge des soulèvements pyrénéens; enfin, nous avons constaté l'existence d'un immense dépôt crétacé émergé avant le dépôt des terrains tertiaires moyens, qu'il domine actuellement de plus de 800 à 900 mètres.

Séance du 7 mai 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, 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. WHITNEY (Josiah D.), à New-York (États-Unis), présenté par MM. Damour et Descloizeaux.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, avril 1855.

De la part de M. Gustave Cotteau, *Études sur les Échinides fossiles du département de l'Yonne*, 16^e livraison.

De la part de M. Logan, deux planches représentant des Graptolithes trouvées dans les environs de Québec (Canada).

De la part de M. A. Viquesnel, *Itinéraire d'un voyage dans la Turquie d'Europe en 1847-1848*, planches 15, 16, 17 et 18.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 17 et 18.

L'Institut, 1855, nos 1112 et 1113.

The Athenæum, 1855, nos 1435 et 1436.

Proceedings of the royal Society, vol. VII, nos 9 et 10.

Zeitschrift für die gesammten naturwissenschaften, etc.

(Bulletin de la Société des sciences naturelles de Halle pour la Saxe et la Thuringe), année 1854, IV^e vol.

Revista minera, 1855, n° 119.

The Canadian journal; mars 1855.

M. Logan fait la communication suivante :

M. Logan, Directeur de l'exploration géologique du Canada, présente à la Société des gravures de plusieurs espèces de Graptolithes trouvées dans la formation silurienne des environs de Québec. Il dit que les échantillons originaux sont maintenant entre les mains du professeur James Hall d'Albany, et qu'une description de ces fossiles par ce savant naturaliste sera bientôt publiée avec des planches dont celles mises sous les yeux de la Société formeront partie. Cette publication sera la première d'une série de décades des fossiles du Canada qui paraîtra par ordre du gouvernement canadien. La collection, maintenant très considérable, de fossiles réunie pendant les travaux de l'exploration géologique du Canada, offre beaucoup d'espèces nouvelles, et le Directeur a cru que le meilleur moyen de faire connaître les résultats de cette investigation, et d'avancer la science, serait de publier des descriptions illustrées de ces fossiles par livraisons au lieu d'attendre le complément des travaux.

D'après M. Hall, ces Graptolithes sont les plus parfaites jusqu'à présent connues, et elles font voir selon lui que les différences qui ont donné lieu aux distinctions de *Monograpsis* et de *Diplograpsis* ne tiennent qu'à des différences de position d'une même espèce, selon que l'animal se présente étendu ou replié sur lui-même.

Avant de parler de la position géologique de ces fossiles il ne serait peut-être pas inutile d'indiquer en peu de mots la succession des couches qui composent la partie inférieure du terrain paléozoïque du Canada. Dans le Bas-Canada, ce terrain repose directement sur les tranches d'une formation de schistes et calcaires cristallins, auxquels la commission géologique a donné le nom de *système laurentien*, et qui paraît être identique en âge ainsi qu'en caractères minéralogiques avec le système gneissoïde de la Scandinavie. Sur les lacs Supérieur et Huron une série de

grès et de schistes caractérisée par des veines de cuivre se trouve entre le système laurentien et le terrain paléozoïque, mais ces roches cuprifères, distinguées sous le nom de système huronien (cambrien) paraissent manquer entièrement dans le Bas-Canada.

La plus ancienne formation fossilifère du Canada est celle que les géologues de New-York ont appelée le grès de Potsdam, et qui atteint quelquefois une puissance de 100 à 200 mètres. Le seul affleurement de cette formation dans les environs de Québec est à Lorette, où le grès n'a qu'environ 7 mètres d'épaisseur, et n'offre aucun des fossiles qui le caractérisent en d'autres parties du Canada.

Ces fossiles sont *Fucoides*, *Lingula prima*, *L. antiqua* (Hall) et les *Protechnites* du professeur Owen, de Londres. Après le grès de Potsdam vient le grès calcilère, qui se présente sur la rivière Ontaouais avec une puissance d'environ 100 mètres, et qui est suivi par le calcaire de Chazy ayant quelquefois une épaisseur de 50 mètres. La première de ces formations paraît ne pas exister aux environs de Québec, et le calcaire de Chazy n'y est représenté que par un lit de 1 à 2 mètres. A la suite viennent les calcaires dits de Black River, Birdseye et Irenton, dont les affleurements à la jeune Lorette donnent une épaisseur totale de près de 200 mètres. Ces calcaires sont pour la plupart noirs et fort bitumineux, et les couches supérieures contiennent, surtout entre Lorette et Montmorency, beaucoup de fossiles, entre autres : *Trinucleus concentricus*, *Calymene senaria*, *Ceraurus pleurexanthemus*, *Lingula quadrata*, *Conularia trentonensis* seu *quadrisulcata*, *Atrypa extans*, *Leptaena sericea*, *L. alternata*, *L. deltoidea*, *Orthis testudinaria*, et beaucoup d'autres espèces décrites par M. Ball, comme caractérisant la formation silurienne inférieure de l'Amérique du Nord. Déjà vers le sommet de ces calcaires les Graptolithes paraissent, mais elles sont beaucoup plus abondantes dans les schistes noirs et bitumineux qui recouvrent le calcaire d'Irenton et sont les schistes d'Utica des géologues de New-York. Ces schistes sont montrés par une coupe de la rivière Sainte-Anne, près de Québec, où ils offrent une épaisseur de 100 mètres, tandis que dans l'État de New-York cette même formation a 40 mètres.

Dans la section de la rivière Sainte-Anne, on voit succéder à ces schistes noirs une épaisseur d'environ 230 mètres de schistes argilo-arénacés de couleur grisâtre, offrant quelques bandes de conglomérat, et suivis par un lit de 25 mètres de schistes noirs bitumineux, contenant des graptolithes, et ressemblant aux schistes d'Utica. Les espèces *Graptolithus ramosus*, et *G. bicornis* de Hall y sont abondantes. Ensuite vient une seconde série de schistes aré-

nacés et argileux, quelquefois un peu bitumineux, entre lesquels s'intercalent des bandes de grès grisâtre. Ces schistes offrent aussi des Graptolithes en petit nombre, et sont recouverts par une troisième couche de schistes noirs à Graptolithes. M. Logan ne prétend pas donner avec exactitude l'épaisseur totale de cette série depuis les schistes d'Utica; mais elle peut s'élever à environ 300 mètres. Elle forme la partie inférieure du groupe de la rivière Hudson, qui se confond avec les schistes d'Utica. Comme cette partie est beaucoup développée dans la vallée de Richelieu, M. Logan l'a distinguée sous le nom de schistes de Richelieu auxquels succèdent des calcaires, qui, étant pénétrés dans tous les sens par des veines de quartz et de calcite cristallins, ont été nommés par les géologues de New-York calcaires spathiques (*spary limestones*). Ces calcaires sont composés de cinq ou six bandes, et sont très irréguliers dans leurs caractères lithologiques; quelquefois ils offrent des calcaires purs (ayant en certaines localités une structure oolitique) qui deviennent plus loin des conglomérats calcaires ayant une face arénacée, et sont quelquefois remplacés par des grès grisâtres qui ont l'aspect de quartzites; des lits de calcaire magnésien y sont souvent intercalés. Ces bandes de calcaires sont séparées par des couches minces de schistes argileux rougeâtres ou verdâtres, et fournissant les nouvelles formes de Graptolithes, qui sont très abondantes dans deux couches arénacées, étant à une distance de quinze mètres environ l'une de l'autre. Les calcaires spathiques sont très bitumineux et contiennent souvent des restes de coraux et d'Orthocératites, mais la structure de ces fossiles a été tellement modifiée par la cristallisation, qu'il est très difficile de reconnaître les espèces. La ville de Québec est bâtie sur cette partie supérieure du groupe de la rivière Hudson, qui peut avoir ici une puissance de 300 mètres.

A la suite de ces calcaires viennent 300 mètres de schistes rouges rayés de vert, intercalés avec des bandes minces de grès grisâtre, le tout sans fossiles. A ces schistes succèdent environ 1000 mètres de grès verdâtres, qui ont parfois le caractère de conglomérats et qui jaunissent par l'action du temps. Ces grès sont divisés par des couches de schiste rouge, en plusieurs masses, dont les tranches forment des côtes parallèles, à Sillery et au Cap-Rouge au N., et à Saint-Nicolas au S., du Saint-Laurent, près de Québec. Ces grès, qui correspondent aux conglomérats d'Onéida des géologues de New-York, ont été désignés, par la Commission du Canada, sous le nom de grès de Sillery.

Les différentes formations déjà nommées, depuis le grès de

Potsdam jusqu'au grès de Sillery inclusivement, forment le système silurien inférieur de cette partie du Bas-Canada. Les roches ici sont beaucoup pliées et contiennent, dans des fissures produites par les dislocations, une matière noire, combustible, qui a une forte ressemblance avec la houille. Cette substance a été reconnue par les géologues de New-York sous le nom d'*anthracite*, mais elle perd par une forte chaleur à peu près 20 pour 100 de son poids en forme de gaz ou vapeurs bitumineuses et combustibles, et donne un charbon très difficile à brûler, qui ne laisse que quelques millièmes de cendres. Cette matière se trouve dans toutes les formations, depuis le grès calcifère jusqu'au grès de Sillery inclusivement, et elle est abondante dans ces calcaires de Québec, qui sont associés avec les Graptolithes. Elle se présente quelquefois sous la forme de mamelons à surface brillante, implantés sur des cristaux de calcite qui tapissent les druses et les fissures de ces roches. En d'autres cas, elle remplit entièrement les fissures et enveloppe souvent des fragments détachés de la roche, formant ainsi des veines qui ont quelquefois 8 ou 10 centimètres d'épaisseur. Les murs de ces veines sont souvent recouverts par une couche de cette matière, servant de ciment à des fragments de roche très divisés, tandis que l'espace intermédiaire est rempli par la matière noire à l'état de pureté. Des veines de cette substance, n'ayant plus qu'un millimètre d'épaisseur, se trouvent couvrant la surface d'une digue de trapp et même traversent la roche. Dans ce dernier cas, la matière combustible est intersectée par des veines de calcite affectant la forme réticulaire, qui paraissent remplir des fentes produites par la dessiccation d'une substance molle. Les veines de cette matière, qui se trouvent dans les calcaires de Québec, contiennent empâtés de nombreux cristaux de quartz terminés aux deux extrémités. Ces cristaux sont quelquefois d'une limpidité parfaite, mais ils renferment souvent des particules de la matière noire, qui les colore parfois d'un noir opaque.

Dans l'opinion de M. Logan, les conditions dans lesquelles se trouve cette substance combustible ne laissent aucun doute qu'elle dérive par un procédé de distillation des roches bitumineuses qui forment une si grande partie du terrain paléozoïque, et que cette matière bitumineuse, une fois volatilisée, a subi une action oxydante qui, enlevant une grande partie de son hydrogène, l'a durcie et l'a changée en cette matière infusible et très peu volatile qui ressemble tant au charbon minéral.

Les caractères remarquables de cette substance ont plusieurs fois induit des personnes à entreprendre des travaux inutiles,

dans l'espérance de trouver dans ces roches des mines de houille, et il ne manque pas de personnes qui, dans leur ignorance de la géologie, ont naïvement soutenu que les fossiles de ces couches paléozoïques, caractérisées par des Graptolithes, appartiennent à l'époque carbonifère.

Les ondulations du terrain du district de Québec sont tellement nombreuses, que, quoique la puissance totale de la formation silurienne inférieure n'excède pas 2500 mètres, et que les plis soient pour la plupart à angles aigus, la formation s'étend sur une largeur transversale (vers le S.-E.) d'environ 20 lieues. Pour la moitié S.-E. de cette section, les roches sont devenues très cristallines, et elles forment une continuation des montagnes vertes de l'État de Vermont. Dans cette chaîne de montagnes les grès massifs de Sillery, transformés en une roche plus ou moins feldspathique, jouent un rôle très important. Les serpentines de cette chaîne, que l'on a suivie sur une étendue de près de 50 lieues en Canada, paraissent être les équivalents des calcaires et dolomies des roches de la ville de Québec, formant la partie supérieure du groupe de la rivière Hudson.

M. Élie de Beaumont lit la lettre suivante de M. Sismonda :

*Extraits d'une lettre de M. le professeur Ange Sismonda
à M. Élie de Beaumont.*

Turin, le 23 avril 1855.

J'ai conduit dernièrement M. Fournet dans la vallée de Vermignana pour lui faire voir les conglomérats anagénitiques et le calcaire dont se composent les montagnes situées entre la vallée du Tanaro, d'un côté, et celle du Gesso, de l'autre. Le temps nous a manqué pour pousser notre course, comme nous le désirions, jusqu'au col de Tende; cependant nous sommes entrés assez loin dans la vallée de Vermignana pour que M. Fournet ait pu voir le gisement des roches dans tous ses détails. D'après ce que M. Buckland et ensuite M. Pareto ont écrit sur cette contrée, M. Fournet s'attendait à y trouver le terrain triasique. ce qui, du reste, s'accordait fort bien avec les idées qu'il a sur la constitution des Alpes; mais il a reconnu que ces conglomérats n'ont rien de commun avec le terrain triasique, et il a adopté mon avis, qu'ils se trouvent au même niveau géologique que mon terrain anthracifère supérieur, c'est-à-dire qu'ils représentent les argiles de l'oxford-clay,

et que, par conséquent, le calcaire qui leur est inférieur correspondait à la grande oolite ou peut-être au lias supérieur, ou, en d'autres termes, que ce serait la bande de calcaire qui passe à Villette, en Tarentaise.

Nous avons projeté de faire cet été une course autour du Mont-Blanc, et, parmi les raisons qui me font désirer de donner suite à ce projet, il y a celle de voir de mes propres yeux quelles sont, dans ces montagnes-là, les couches que M. Fournet rapporte au trias, et quelles sont celles qu'il rapporte au terrain houiller.

Sur les deux formations nummulitiques du Piémont.

J'ai été ces jours passés dans les collines d'Acqui pour examiner de nouveau le gisement de grès nummulitique. Je n'ai rien trouvé qui me porte à modifier ce que je vous ai écrit précédemment sur ce sujet. La superposition du grès nummulitique au conglomérat avec lignite, à *Anthracotherium* (Cadibona), est un fait clair et si tranché, qu'on ne peut s'y méprendre. Avec les Ammonites il n'y a pas beaucoup d'autres fossiles; cependant ceux qui leur sont associés appartiennent à des espèces moins anciennes que celles qui accompagnent les Nummulites dans le comté de Nice et ailleurs dans les Alpes. Ce fait et le fait non moins important de leur gisement supérieur, ou macigno à *Fucoides* (*flysh*), nous prouvent de ce côté-ci des Alpes l'existence d'une zone nummulitique plus récente que celle que, dans votre *Notice sur les systèmes de montagnes*, page 459, vous appelez *méditerranéenne*, et qui doit être considérée comme l'équivalent de celle que, dans ce même ouvrage, vous nommez *terrain nummulitique soissonnais*. Je ne veux pas pousser ce rapprochement jusqu'à établir que les couches nummulitiques d'Acqui occupent le même horizon que celles du Soissonnais, car il peut se faire que celles d'Acqui soient un peu plus élevées, mais elles ne sortent pas du terrain *éocène*. M. Brongniart avait déjà cette idée pour le lignite de Cadibona, car M. Cuvier, dans son grand ouvrage sur les ossements fossiles, t. V, p. 467, 4^e édit., en parlant de l'*Anthracotherium*, dit que ce savant regardait le lignite où il se trouve comme contemporain du gypse de Paris. M. Lyell, dans son *Manual of elementary geology*, édition de 1852, cite l'*Anthracotherium* comme un des fossiles existant à la partie supérieure du terrain *éocène*. D'après tout cela, il me paraît incontestable qu'il existe dans votre pays deux terrains nummulitiques, dont l'un est, comme vous l'avez toujours soutenu, antérieur au soulèvement du système des Pyrénées.

nées, tandis que l'autre aurait immédiatement suivi cette grande catastrophe, et celui-ci aurait son analogue dans celui du Soissonnais.

N. B. Pour mon compte personnel, je suis porté à croire, d'après les observations de M. Sismonda, qu'il existe trois étages nummulitiques : l'étage nummulitique méditerranéen, l'étage nummulitique soissonnais, et l'étage nummulitique d'Arqui, de même à peu près qu'il existe trois grands étages à Gryphées : le *blue lias*, les *marnes supra-liasiques* et l'*oxford-clay*. E. D. B.

M. Michelotti pense que les couches de la vallée de la Bormida, regardées par M. Sismonda comme éocènes, forment la partie inférieure du terrain miocène, ainsi qu'il l'a déjà indiqué (1). Il rappelle, à l'appui de son opinion, que la plupart des coquilles, des polypiers et des échinodermes qu'on y trouve sont incontestablement identiques avec les fossiles de la Superga; que l'on y rencontre beaucoup plus d'Orbitolites que de Nummulites, et que ce dernier genre n'est pas tout à fait exclus des couches miocènes, comme MM. d'Archiac et J. Haime l'ont prouvé dans leur Monographie.

Le Secrétaire lit la lettre suivante de M. Lory :

Note sur les assises inférieures de la montagne de Crussol, près de Valence, par M. Ch. Lory.

Grenoble, 20 avril 1855.

Lors de la réunion extraordinaire de la Société à Valence, en septembre dernier, il est resté dans le procès-verbal de la course à la montagne de Crussol quelques doutes relativement à la classification des assises inférieures de cette montagne. Je viens d'en faire une étude attentive qui m'a permis d'y constater, entre autres points, l'existence du lias supérieur réduit à une épaisseur très faible, mais bien caractérisé par ses fossiles. La coupe de la montagne de Crussol, ainsi complétée, offre une analogie frappante avec celle des environs de Privas.

Lorsqu'on est au bas du ravin dit *ravin d'Eufer* ou du *Rioulet*,

(1) *Bull.*, 2^e sér., t. IX, p. 43.

on trouve, comme on l'a vu par la notice de M. Sautier et le procès-verbal de la course du 4 septembre, que la base de la montagne est formée par une assise de grès quartzeux de diverses teintes, alternant avec des argiles schisteuses et des calcaires magnésiens argileux jaunâtres. Cet ensemble de couches est complètement dépourvu de fossiles; on le voit reposer directement sur des saillies granitiques; il commence à se montrer à la base de la montagne, un peu au N. du ravin, près du village de Guilhaierand, et va en s'élevant constamment dans la direction du midi jusqu'en face des hauts fourneaux de Soyons, où la Société a pu apprécier sa puissance considérable. L'absence de fossiles empêche de déterminer directement l'âge de ces couches, et nous nous bornons à les désigner pour le moment sous le nom de *grès de Soyons*.

En remontant le Rioulet, et prenant ensuite à droite, comme l'a fait la Société, on trouve, en contact immédiat avec les couches supérieures de ces grès, des calcaires bleuâtres siliceux (assise *h* de M. Sautier), où l'on a ouvert deux carrières, et dans ces carrières mêmes, au-dessus de ces calcaires, on voit régner d'une manière continue la petite couche de marne ferrugineuse où la Société a pu recueillir les fossiles caractéristiques des minerais de fer sous-oxfordiens. Toutefois, il est facile de voir que le contact de ces couches avec les grès inférieurs résulte ici d'une petite faille locale, et qu'on ne peut constater sur ce point la série complète des assises. Nous y reviendrons plus tard; mais cette série est, au contraire, très facile à reconnaître près d'une nouvelle carrière ouverte sur le flanc opposé du ravin, dans la partie de la montagne qui se prolonge vers Soyons.

De haut en bas, les couches se présentent dans l'ordre suivant :

1° Marnes oxfordiennes proprement dites, avec abondance de *Belonites hastatus*, *Aptychus*, *Ammonites plicatilis*, *A. cordatus*, etc.; elles sont recouvertes et masquées en partie par un dépôt sableux analogue au *löss* que la Société a eu l'occasion d'étudier sur l'autre revers de la montagne.

2° Calcaires marneux, noduleux, en couches peu épaisses, avec *Ammonites Barkeria*, Sow.; plaquettes de calcaire siliceux, gris ou bleuâtre, tapissées d'une multitude de *Posidonies*; enfin 2 à 3 mètres de calcaire marneux semblables aux précédents.

3° Petite couche de marne ferrugineuse d'environ 0^m,4, contenant beaucoup d'*Ammonites* caractéristiques du groupe kellovien. Comme la Société l'a vérifié sur d'autres points, cette petite couche et l'horizon des plaquettes à *Posidonies*, qui en est si voisin, se suivent avec la plus grande constance dans toute la partie inférieure

de la montagne. Outre les fossiles cités dans le *Bulletin* de la réunion extraordinaire, j'y ai rencontré encore *Ammonites tatricus*, Pusch, *A. tumidus*, Ziet., *A. hecticus*, Hart., *A. discus*, Sow., *A. subdiscus*, d'Orb. Ces deux dernières appartiennent ordinairement à l'étage de la grande oolite ; cependant je crois ne m'être pas trompé dans leur détermination.

4° Calcaires bleuâtres, durs, finement grenus, siliceux, où la silice s'isole parfois sous forme de rognons ; c'est pour leur exploitation qu'on a ouvert cette carrière, comme celles du bord opposé du ravin. Leurs bancs ont 0^m,25 à 0^m,35 d'épaisseur ; la puissance totale est ici de 2 mètres seulement. La couche supérieure, en contact avec la marne ferrugineuse ci-dessus, présente des ondulations contournées, ramuleuses, analogues à celles que l'on a considérées souvent comme des empreintes de Fucoides. Les couches moyennes renferment quelques *Ammonites* fortement empâtées et difficiles à détacher, parmi lesquelles j'ai rencontré les *Ammonites tripartitus*, Rasp., et *A. discus*, Sow. Du reste, en suivant le prolongement de la même couche à quelques pas de là, vers le bas du ravin, près d'une maison isolée, on trouve les mêmes fossiles beaucoup mieux conservés et très abondants ; j'y ai rencontré ensemble : *Ammonites Backeriae*, Sow., *A. tatricus*, Pusch, *A. tripartitus*, Rasp., *A. discus*, Sow., *A. subdiscus*, d'Orb., *A. biflexuosus*? id., *A. Parkinsoni*, Sow., *Lima proboscidea*, id., etc. Enfin, les couches inférieures de ces mêmes calcaires siliceux renferment encore quelques *Ammonites*, mais surtout des Peignes, des Térébratules et des Rhynchonelles, dont les espèces paraissent être les mêmes que celles de la marne ferrugineuse kellovienne. Ces calcaires siliceux offrent, comme on le voit, avec une majorité d'espèces caractéristiques du groupe kellovien, d'autres espèces indiquées généralement dans l'étage oolitique inférieur. Ainsi l'incertitude que nous avons laissé subsister sur leur classification dans la rédaction du procès-verbal de la réunion extraordinaire nous semble encore mieux motivée par l'examen des fossiles qui s'y trouvent. Cette assise ne me paraît rentrer décidément ni dans l'étage callovien de M. d'Orbigny ni dans l'étage bathonien ; la séparation qui existe entre ces deux étages dans le bassin anglo-parisien n'aurait pas lieu ici, et l'union intime de ces deux étages se manifesterait par un mélange d'espèces d'*Ammonites* habituellement séparées. Au reste, des faits analogues, relatifs à plusieurs des espèces mentionnées ici, ont été discutés par M. Thiollière, *Bull.*, 2^e série, t. V, p. 34 et suiv.

5° A la base de la même carrière, on exploite aussi un banc de

grès de 0^m,40, rempli de parties lamellaires qui sont des débris d'Encrines, et contenant beaucoup de grosses Térébratules (*T. perovalis*, Sow.), des Rhynchonelles (*R. quadruplicata*, d'Orb.); on y voit encore quelques autres fossiles, entre autres, une Ammonite très renflée, non déterminable, mais qui m'a paru se rapprocher beaucoup de certaines espèces de l'oolite inférieure, par exemple de l'*A. Bronngartii*, Sow. Cette couche de grès à Encrines et à Térébratules nous paraît être un représentant rudimentaire de l'oolite inférieure.

6^e Grès moins dur, plus grossier, formant deux couches : l'une, presque friable, de 0^m,25 ; l'autre, plus consistante, de 0^m,40. Il contient une grande quantité de Bélemnites, quelques Ammonites, dans lesquelles on reconnaît facilement des espèces caractéristiques du lias supérieur : *Belemnites tripartitus* Schloth., *Ammonites complanatus*, Brug., *A. bifrons*, id., *A. serpentinus*, Schl., *Nucula Hammeri*, Defr., etc.

En dessous de la carrière, au bord du ravin, ce grès repose immédiatement sur une dolomie argileuse, jaunâtre, avec laquelle il n'a aucune liaison, et à cette dolomie on voit succéder plus bas, dans le lit du ruisseau, des grès bigarrés sans fossiles.

Ainsi, entre ce terrain des grès de Soyons et la petite couche de marne ferrugineuse kelloviennne, nous trouvons ici trois assises bien distinctes, dans lesquelles il est permis de voir des représentants rudimentaires du lias supérieur (grès à Bélemnites), de l'oolite inférieure (grès à Entroques et à Térébratules) et d'un passage entre les groupes bathonien et kellowien (calcaires bleus siliceux) ; le tout sur une épaisseur de 3 mètres environ.

En revenant de la carrière que nous venons de décrire vers la maison isolée, sur le flanc droit du ravin, on suit aisément pendant quelque temps les prolongements de ces diverses couches, puis on voit disparaître, à la partie inférieure, le grès à Bélemnites ; le grès à Encrines et à Térébratules repose alors immédiatement sur les dolomies. Au-dessus de lui, on trouve les calcaires siliceux riches en Ammonites, ainsi que je l'ai indiqué plus haut. Cette localité mérite surtout d'être citée pour l'abondance de la belle espèce *Ammonites tripartitus*, Rasp. Enfin, à quelques pas plus loin, devant la maison, ces calcaires siliceux paraissent s'appuyer sans intermédiaire sur les grès bigarrés et les dolomies.

Il y a donc évidemment discordance complète et indépendance entre ces diverses assises. Des remarques analogues peuvent être faites en suivant le sentier qui monte de ce point dans la direction de Soyons, et le long duquel on marche tantôt sur les grès et les dolomies, tantôt sur les calcaires siliceux ; on y voit le grès inférieur

à ceux-ci passer à une roche ferrugineuse, pétrie d'Encrines, avec quelques Rhynchonelles et le *Belemnites sulcatus* (?); cette roche a été exploitée comme minéral de fer pauvre, ou comme castine, pour le fourneau de Soyons.

Si l'on revient maintenant au ravin du Rioulet pour en explorer la rive gauche, on trouve les calcaires siliceux exploités dans les deux carrières que la Société a visitées en septembre dernier; ils y sont plus épais que dans la carrière de la rive droite, mais on ne voit pas immédiatement sur quoi ils reposent. Leur couche supérieure est toujours caractérisée par les mêmes empreintes de prétendus Fucoides, et surmontée par la marne ferrugineuse kellowienne. Le terrain inférieur, grès et dolomies de Soyons, est très bouleversé et partagé par plusieurs petites failles. Aussi, sur un petit espace, on voit reposer ou s'appuyer immédiatement sur ces roches, soit les plaquettes à Posidonies et les calcaires marneux qui les accompagnent, soit les calcaires siliceux inférieurs. Le lias supérieur reparait cependant encore de ce côté du ravin, mais seulement sur un point très restreint. Il consiste ici : 1° en une couche de grès, reposant immédiatement sur les dolomies argileuses, environ 0^m,66; 2° en une petite couche de marne dure, grise, remplie de grains oolitiques ferrugineux, 0^m,20; elle est recouverte par une petite couche de grès, qui peut-être appartient encore au même étage, mais plus probablement aux grès à Térébratules. A deux pas de là, le tout s'enfonce au N. sous les calcaires bleus siliceux; dans le sens de sa longueur l'affleurement n'a pas plus de 15 mètres d'étendue. Dans le grès on voit des Bélemnites, quelques Rhynchonelles; j'y ai aussi trouvé le *Nucula Hammeri*; dans la marne à oolites ferrugineuses, j'ai trouvé *Ammonites bifrons*, *A. complanatus*, *A. radians*, *Belemnites tripartitus*, etc., le tout en bon état de conservation. C'est en ce point que M. Sautier avait recueilli une Ammonite dont il signale en effet l'extrême ressemblance avec l'*A. bifrons* (Bull., réun. à Valence, 2^e série, t. XI, p. 720); mais il avait pensé que cette petite couche à grains de fer oolitique faisait partie de la marne ferrugineuse kellowienne. C'est aussi en revoyant un échantillon que j'avais recueilli avec lui sur ce point, que j'ai eu l'idée de l'existence du lias supérieur dans cette localité et que j'ai été conduit à l'explorer de nouveau.

En résumé : La base de la montagne de Grussol est formée par le système des grès bigarrés, argiles et dolomies de Soyons, ensemble dépourvu de fossiles, mais qui me semble pouvoir être complètement assimilé aux grès bigarrés et dolomies argileuses des environs de Privas; la Société a été portée à voir dans ces derniers des représentants du trias.

Le lias supérieur est représenté par quelques *tambours* de couches peu puissantes (souvent moins d'un mètre) de grès remplis de Bélemnites; ces grès ressemblent à ceux des environs de Privas, et ils sont accompagnés sur un point, comme à Saint-Priest, d'une petite couche de marne contenant des grains de fer oolitique et les Ammonites caractéristiques des minerais de Saint-Priest, la Verpillière, etc.

L'oolite inférieure peut être regardée comme représentée rudimentairement, ainsi qu'à Privas, par une couche pétrite d'Encrinures et de Térébratules, qui, sur certains points, devient ferrugineuse.

Enfin, l'assise des calcaires bleus siliceux, surmontée immédiatement de la petite couche de marne ferrugineuse kellowienne, contient un certain nombre d'Ammonites, où il paraît y avoir mélange d'espèces des deux groupes bathonien et kellowien; et je crois qu'elle ne peut être rapportée *exclusivement* ni à l'un ni à l'autre de ces deux étages; bien distincts dans d'autres régions, ils seraient ici étroitement unis et sans délimitation marquée.

M. Élie de Beaumont donne lecture de la note suivante :

Note sur des gîtes de nickel dans le département de l'Isère,
par M. É. Gueymard.

Les recherches que j'ai faites sur le platine des Alpes m'ont permis de parcourir beaucoup de localités que je n'avais pas vues pendant que j'étais en activité. J'ai fait quelques découvertes métalliques qui présentent de l'intérêt. Après le platine, je place le nickel en seconde ligne. On ne connaissait dans le département de l'Isère que le gîte de nickel des Chalanches, au-dessus d'Allemont; je viens faire connaître aujourd'hui trois autres gîtes qui se trouvent dans l'arrondissement de Grenoble.

1^o *Nickel arséniaté de La Salle en Beaumont, canton de Corps.*
— Les montagnes de La Salle en Beaumont sont toutes de lias, étage des Bélemnites. Le pays est assez accidenté et les couches sont plus ou moins plissées. Le gîte dont il s'agit est sur la rive gauche du ruisseau de La Salle, à vingt-cinq minutes de l'église, dans un bois. On trouve, dans un petit ravin perpendiculaire au cours du ruisseau de La Salle, un filon de chaux carbonatée, lamellaire, blanche, entremêlé de zinc sulfuré, en assez grande quantité; la puissance du filon varie de 35 à 40 centimètres; il est vertical et bien réglé. Sur la paroi de gauche, en montant, on trouve de petits nids de nickel arséniaté, facile à reconnaître, attendu qu'il n'est pas altéré. Cette association des deux métaux, zinc et nickel, est intéressante, et il y aurait quelque intérêt à faire une fouille par une galerie horizontale vers le point où j'ai pris le nickel. La montagne présente une pente assez forte. J'ai traité un échantillon de nickel arséniaté, mêlé de blende et de chaux car-

bonatée. J'ai obtenu 23 pour 100 d'oxyde de nickel, ce qui est une belle richesse.

2° *Nickel arséniaté de la Motte-les-Bains.* — Dans le courant de 1852, deux ouvriers découvrirent un gîte d'or natif, à quelques mètres du château de la Motte-les-Bains; il fut exploité par eux et par M. de Cîteau; il produisit des échantillons d'une grande richesse. Ce gîte était dans le calcaire magnésien du lias; deux échantillons me furent remis par M. de Cîteau. Le premier avait pour gangue un double carbonate de chaux et de protoxyde de fer; elle était altérée et je n'ai trouvé que des traces de magnésic. L'or était dans les petites fissures et cavités; la gangue, parfaitement compacte, m'a donné des traces d'or et de platine. Le second échantillon était plus aurifère que le premier; l'or se trouvait dans les petites cavités d'une gangue d'un gris verdâtre, prise pour une bournonite altérée. En examinant bien attentivement cette gangue, il me fut facile d'avoir des doutes, et l'analyse vint les confirmer, car cette bournonite altérée était de l'arséniaté de nickel, à la dose de 43,74 pour 100 d'oxyde de nickel. Ce résultat était important, car, la gangue du gîte d'or étant du nickel arséniaté, elle excluait toute pensée de charriage de l'or par des courants: elle donnait de la valeur aux espérances qu'on pouvait concevoir. Ce gîte ne pouvait pas être le résultat d'un accident; il appartenait à un filon qu'il fallait étudier. Des difficultés survenues entre M. de Cîteau et les ouvriers ont suspendu momentanément l'exploration.

3° *Sulfo-antimoniure de nickel du Valbonnais, canton de Corps.* — J'ai trouvé, il y a près de trois ans, un petit filon dans les montagnes du Valbonnais, arrondissement de Grenoble; la nature du minéral me parut singulière, car je n'avais jamais rien vu de semblable dans les Alpes. Je fis l'analyse de ce minéral et je trouvai :

25,92	sulfure de nickel (49,88 nickel métallique).
7,28	sulfure de fer.
66,80	sulfure d'antimoine.
<u>100,00</u>	

C'est la première fois que le sulfo-antimoniure de nickel a été rencontré dans le département de l'Isère. Ce filon s'annonce assez bien, mais, avant de faire une exploration sérieuse, j'ai voulu m'occuper du mode de traitement métallurgique, puisqu'on ne trouvait pas à vendre ce minéral. La voie sèche ne m'a pas réussi; j'ai eu recours alors à la voie humide, et depuis un mois j'ai obtenu un succès complet. On extrait l'oxyde de nickel pur avec peu de frais, et mon procédé est d'une simplicité vraiment remarquable sous le rapport pratique. Ce gîte se trouve dans les gneiss, à une heure et quart du village de Pechand, commune du Valbonnais. J'attends la disparition des neiges pour faire des recherches sérieuses sur ce filon.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE,

2^e SÉRIE, TOME XII, 2^e PARTIE,

SUITE DE LA SÉANCE DU 7 MAI 1855.

M. Omboni fait la communication suivante :

Série des terrains sédimentaires de la Lombardie,
par M. J. Omboni.

Parmi les recherches faites après les travaux publiés en 1844 (1) dans le but de mieux connaître la constitution géologique de la Lombardie, les plus importantes sont certainement celles qui ont été entreprises par M. Balsamo-Crivelli dans deux des principales vallées (Brembrane et Seriane) de la province de Bergame, pendant les automnes de 1850 et de 1851. Après m'avoir permis de l'accompagner dans ces excursions et de l'aider pour la partie stratigraphique de ces études, le savant professeur, avec sa bonté habituelle, voulut bien m'autoriser à en exposer les résultats en détail dans un ouvrage élémentaire de géologie, que je fis paraître à Milan en 1854 (2). J'ai pu montrer ainsi le point de départ des recherches que je fis moi-même les années suivantes dans d'autres parties de la Lombardie, et je parvins à compléter les détails que je voulais donner dans mes *Elementi* sur la géologie de l'Italie.

Les études que j'ai faites ensuite m'ont confirmé, en général, dans les opinions que j'avais émises dans mes *Elementi*. Le but de cette communication est de résumer en peu de mots la succession des terrains en Lombardie, telle que je crois pouvoir l'admettre aujourd'hui, que je connais mieux les publications récentes des géologues suisses sur ce même sujet.

La carte géologique ci-jointe (Pl. XIII), construite sur la même échelle que celle de la Suisse par MM. Studer et Escher de la Linth,

(1) Curioni, dans les *Notizie naturali e civili sulla Lombardia*.
Balsamo-Crivelli, dans le *Milano e il suo territorio*.

Villa, *Memoria geologica sulla Brianza*.

(2) *Elementi di storia naturale, geologia*. Milano, 1854.

et une série de coupes, dirigées en général du N. au S., complètent ce travail. Dans la carte géologique, je n'ai compris que la partie de la Lombardie que je connais le mieux d'après mes propres observations. J'ai fait des études aussi dans les environs de Varese et dans les vallées entre le lac de Lugano et le lac Majeur, mais je n'ai pas voulu comprendre ces contrées dans ma carte, parce que je n'ai pas encore de données suffisantes pour établir les petites rectifications que je crois nécessaire de faire à la belle carte de M. Brunner (1).

La série des terrains sédimentaires de la Lombardie, ou, du moins, de la partie comprise entre le lac Majeur et les limites orientales de la Valseriane, en commençant par le terrain le plus récent, est la suivante.

I. Terrain actuel ou contemporain.

1° *Tourbières* du Splugen, de la plaine de Colico, de Laino, des environs du lac de Varese, du bassin qui comprend les petits lacs d'Annone, de Pusiano, et d'Alserio dans la haute Brianza, etc.

Dépôts calcaires des sources à Maggianico, Civate, etc.

Dépôt des fleuves, dans les lacs, etc.

II. Terrain erratique.

2° *Terrain erratique supérieur*. — Dépôts irréguliers de galets, sables, argiles, etc., dans les vallées et dans les plaines, formés à une époque à peine antérieure à la nôtre, et sous l'influence de causes locales ou peu étendues.

Blocs erratiques qui se trouvent sur les collines de la Brianza et au pied des Alpes en très grand nombre. Le plus fameux est celui de l'*Alpe de Pravalta*, sur le versant septentrional du mont S. Primo. Ce bloc a 18 mètres de longueur, 12 de largeur et 8 de hauteur. Viennent ensuite celui que l'on appelle *Sasso della Luna*, à côté du précédent, puis celui que l'on voit près d'Induno, etc. (2). La nature minéralogique des blocs correspond, en général, à celle des roches que l'on voit en place dans les vallées devant lesquelles les blocs se trouvent déposés. Ainsi, ils sont de gneiss, de syénite,

(1) Brunner, *Aperçu géologique des environs du lac de Lugano*.

(2) Les blocs de l'Alpe de Pravalta et d'Induno sont figurés dans ma *Géologie*. Le premier avait été représenté, il y a déjà bien longtemps, par M. de la Bèche, dans ses *Coupes et vues*.

de micaschiste, etc., entre les fleuves Tessin et Olona; dans la vallée de l'Olona ils sont de mélaphyre, de porphyre rouge, de granite rouge et de gneiss, roches qui se trouvent en place au N. de Varese; au S. de Como et dans la Brianza, ils sont de serpentine, de granite ordinaire, de granite porphyroïde, roches qui forment des montagnes au N. du lac de Como, vers le Splügen et dans la Valtelline, et ainsi de suite. Mais, en général, ces blocs erratiques ne montrent pas une disposition régulière qui puisse les faire considérer comme les débris d'anciennes moraines.

3. *Terrain erratique inférieur.* — Dépôts réguliers de cailloux, de graviers, de sables, d'argiles, et les conglomérats plus ou moins grossiers que l'on trouve sur les rives des fleuves dans la haute Lombardie ou dans certaines vallées alpines, tels que ceux qui abondent dans les vallées des provinces de Bergame et de Brescia.

Les *sables aurifères et titanifères*, et l'argile rouge dite *ferretto*, si abondante dans la Brianza, appartiennent aussi à cette époque, de même que les dépôts des *cavernes à ossements*. Parmi ces cavernes, je dois mentionner particulièrement celle appelée *Buco dell' Orso* (Trou de l'Ours), au-dessus de Torrìgia et de Laglio, sur le lac de Como, qui est ouverte dans le calcaire gris jurassique, et dont on a extrait un très grand nombre d'ossements. M. Cornalia y a reconnu les restes de l'*Ursus spelæus* et de quelques ruminants (1).

Dans tous les dépôts réguliers du terrain erratique, on trouve souvent des ossements fossiles de chevaux, cerfs, bœufs, éléphants, etc.

III. Terrain tertiaire.

4. *Argiles et marnes subapennines.* — On n'en voit en Lombardie que de petits lambeaux. À la Folla, près de Varese, elles sont exploitées pour la fabrication des briques et des tuiles, et contiennent des fossiles caractéristiques (2). Elles se montrent aussi dans la petite vallée de Faido, etc., et les argiles de Nese et de Gaudio dans la Valseriane, appartiennent aussi à ce groupe. Les dernières sont bien connues des géologues, à cause des couches de lignite qu'elles contiennent. Ces argiles forment un bassin au-dessus des

(1) Voyez son Mémoire dans les *Nuovi annali delle scienze naturali di Bologna*, 1850.

(2) *Arca antiquata*, *Pecten pleuronectes*, *Nerita carento*, *Pinnus tetragona*, etc.

calcaires jurassiques du fond de la vallée de Gandino et de Lelle. Le lignite contient de nombreux débris de végétaux et d'animaux vertébrés (tortues, cerfs, rhinocéros, etc.).

5. Les *conglomérats des collines de Favese à Como et de Lipano*, dans lesquels on n'a pas encore trouvé de fossiles, paraissent appartenir à l'époque tertiaire supérieure ou moyenne, ou à l'une et à l'autre.

Le *conglomérat très riche en fossiles des collines de S. Colombano*, dans la province de Lodi, doit être rangé dans le terrain subapennin.

On doit peut-être considérer comme appartenant au terrain tertiaire inférieur ou moyen une *mollasse* qui se montre à Mendrisio et en d'autres lieux voisins, au S. du lac de Lugano (1).

C'est au terrain subapennin qu'appartiennent les couches argileuses des environs de Plaisance, dans lesquelles M. Cortesi a trouvé les beaux squelettes de cétacés qui sont aujourd'hui dans le Musée de la ville de Milan.

6. Les *mollasses* que l'on voit former les couches plus récentes des collines de la Brianza méridionale, et que l'on exploite comme pierre à bâtir à Vigano, Capriano, Romano, etc., sont caractérisées par des empreintes de Fucoides (*F. Targioni, intricatus*, etc.) propres au terrain tertiaire inférieur. La mollasse de Romano contient, en outre, des veines de lignite, dans lequel on voit des coquilles analogues à la *Teredo navalis*. Ces mollasses constituaient autrefois, pour MM. les frères Villa, le *groupe supérieur* des roches crétaées de la Brianza.

7. *Grès et conglomérat à Nummulites.*

8. *Calcaires marneux à Fucoides.*

Ces formations, qui ont été mises tantôt dans le terrain crétaé, tantôt dans les terrains tertiaires, et tantôt dans un terrain à part, se trouvent en Lombardie, à Induno, à Morosolo (au S.-E. de Varese), dans les environs de Mendrisio, dans la vallée de la Cosia (entre Como et Erba), à Comabbio, Centemero, entre Imbersago et Paderno, le long du fleuve Adda, etc. MM. Villa, dans leur Mémoire sur la Brianza, soutiennent qu'à Centemero, on voit les couches à Nummulites alternant avec des couches du calcaire à Inocérames. Mais les recherches faites par d'autres et par moi-même semblent prouver que cette opinion n'est fondée que

(1) M. Lavizzari a eu la bonté de me communiquer beaucoup de détails sur le canton de Tessin, au sud du lac de Lugano. Je me suis empressé d'insérer ces détails dans ma *Géologie*.

sur une fausse apparence, et que le calcaire marneux rouge, alternant avec le conglomérat à Nummulites, ne contient pas d'Inocérames, et qu'il n'a, avec le calcaire crétacé, qu'une simple ressemblance de couleur.

Du reste, on est encore bien loin de connaître suffisamment les Nummulites que l'on rencontre dans cet étage en Lombardie : les Fucoides, qui sont quelquefois très distincts et très beaux (à Morosolo en particulier) ont été bien mieux étudiés (1).

IV. Terrain crétacé.

9. *Calcaires marneux à Inocérames.* — Ce sont des calcaires marneux, en général rouges, quelquefois blancs ou d'autre couleur claire, comme ceux à Fucoides, avec des restes du *Cotillus Cuvieri*, du *C. Lamarekii*, du *C. Cripsii*, de l'*Ammonites rothomagensis*, quelques Hamites, etc., et qui se rencontrent à Gavirate, Varese, Luduno, de Como à Erba, dans la Brianza, à Breno, Tabiaga, Masnaga, Montevecchia, etc., à Paderno, sur l'Adda, entre Brivio et Pontida, à Almenno, dans la vallée del Gianco, à l'entrée de la Valbrembana, etc. Ils ressemblent à ceux qu'on distingue dans les Alpes vénitiennes sous le nom de *scaglia*, et, avec les poudingues à Hippurites suivantes, ils formaient pour MM. Villa, le groupe moyen des roches crétaçées de la Brianza, ou le groupe de Breno et de Sirono.

10. *Poudingues à Hippurites.* — C'est un poudingue d'ordinaire noirâtre ou gris, qui contient des *Hippurites bioculata*, *salcata*, etc., et une espèce particulière d'Actéonelle que M. Balsano a nommée *Actæonella De-Cristoforis* (2). Ce poudingue n'est pas très abondant, et se rencontre particulièrement à Sirono (dans le centre de la Brianza), où il est exploité pour meules, et il se présente en couches moins puissantes au mont S. Genesisio, au mont Canto, à la colline de Montevecchia, etc., avec le calcaire précédent.

11. *Calcaires psammitiques.* — Ces calcaires, riches en mica, compactes, sans fossiles en général, et qui forment la base du terrain crétacé de la Brianza, s'étendent de Snello à Casletto et Rogeno, de Galliate à Cousonno, à Montevecchia, et sont exploités

(1) On a bien déterminé les espèces suivantes : *Chondrites intricatus*, *C. aequalis*, *C. difformis*, *C. Targionii*, *C. affinis*, qui sont les plus communes ; mais il y en a d'autres qui pourraient être l'objet de nouvelles études.

(2) Elle est figurée dans ma *Géologie*.

comme pierre à bâtir, sous les noms de *cornetton* et de *crppo argentino*. Ils manquent à Induno et dans les environs de Bergame, où le calcaire à Inocéranes s'appuie immédiatement sur la roche jurassique plus récente. MM. Villa, qui ont trouvé dans ces calcaires psammitiques des côtes et des vertèbres de l'*Hylaeosaurus Filice*, Bals., et des zoophytes non déterminables, en faisaient leur *groupe inférieur* des roches crétacées de la Brianza, ou le *groupe de Rogeno*.

12 et 13. *Calcaires blanchâtres avec silex ou avec des couches noires*. — On ne les rencontre qu'entre Calco et Airuno, et ils paraissent appartenir à la partie inférieure du terrain crétacé, et en particulier au terrain néocomien.

V. Terrain jurassique.

Les étages précédents ne se montrent pas à nu sur de grandes étendues, mais ils forment en général des collines bien revêtues de végétation, en sorte que, pour découvrir les roches tertiaires et crétacées, il faut presque toujours les chercher dans les carrières, dans les travaux entrepris pour creuser des routes, dans les vallons étroits et ouverts par les eaux, dans les fouilles faites pour les besoins de l'agriculture et pour la construction des maisons, etc. Les roches auxquelles nous passons maintenant forment des montagnes plus ou moins élevées, mais toujours abruptes, et sur lesquelles la végétation n'empêche pas de voir aisément les roches qui les constituent. Ces roches commencent à se montrer à la surface du sol au N. d'une ligne qui va en général de PO. à l'E. et qui passe par Gavirate, Induno, Mendrisio, Chiasso, Como, Cannago, Tavernerio, Erba, Pusiano, Suello, au S. du mont Baro, Almenno, mont Canto Alto, Nembro, Badia, en longeant presque toujours le pied des montagnes qui forment les derniers contre-forts méridionaux des Alpes.

14. *Marbre majolica*. — La partie supérieure du terrain jurassique est un calcaire compacte, blanc, qui contient presque toujours des rognons et des lits de silex. On les voit de Varese à Gavirate, à Saltrio, Arzo, Chiasso, Cannago, Almenno, etc. Dans les monts de Nese il est changé en dolomie blanche, grüne, avec des cristaux de pyrite. Il contient, au N. de la Brianza, quelques *Aptychus* et quelques rares Ammonites, et il passe souvent d'une manière insensible au calcaire rouge inférieur par des nuances verdâtres. On ne doit pas par conséquent le confondre avec le *marbre* des Alpes vénitiennes, qui appartient au terrain néoco-

mien, tandis que le *majolica* est évidemment du terrain jurassique.

15. *Calcaire rouge ammonitique*. — C'est un calcaire marneux rouge, qui peut être confondu, pour son aspect, avec les calcaires rouges crétacés et tertiaires, mais il contient souvent des rognons de silex rouge et il se distingue parfaitement par ses fossiles caractéristiques du terrain jurassique, qui sont pour la plupart des Ammonites, d'où le nom de cet étage.

Les localités les plus riches en fossiles sont Induno, près de Varese, et Erba.

Je dois faire remarquer ici que ces Ammonites appartiennent à des espèces propres, en France, à tous les étages du terrain jurassique, depuis le lias inférieur jusqu'à l'oolite supérieure (1), à peu près comme pour le calcaire rouge ammonitique de la Toscane.

(1) Les Ammonites trouvées jusqu'à présent dans le calcaire rouge ammonitique de la Lombardie, avec des *Aptychus lamellosus* et quelques Bélemnites, sont les suivantes :

Ammonites mutabilis, Sow.

— *Keenigii*, Phill.

— *plicatilis*, Sow.

— *tatricus*, Pasch.

— *Duncani*, Sow.

— *Herveyi*, Sow.

— *caprinus*, Schlt.

— *linguiferus*, d'Orb.

— *Humphresianus*, Sow.

— *Raquinianus*, d'Orb.

— *Holandrei*, d'Orb.

— *variabilis*, d'Orb.

— *radians*, Schlt.

— *complanatus*, Brug.

— *sabinus*, d'Orb.

— *insignis*, Schült.

— *sternalis*, de Buch.

Ammonites minatensis, d'Orb.

— *heterophyllus*, Sow.

— *mucronatus*, d'Orb.

— *Levesquei*, d'Orb.

— *comensis*, de Buch.

— *bifrons*, Brug.

— *serpentinus*, Schlt.

— *planicosta*, Sow.

— *fimbriatus*, Sow.

— *Maceanus*, d'Orb.

— *armatus*, Sow.

— *subarmatus*, Young.

— *spinatus*, Brug.

— *Conybeari*, Sow.

Et peut-être aussi l'*A. bisulcatus*, Brug.

Dans le calcaire rouge ammonitique de la Toscane, on a trouvé jusqu'à présent 47 espèces bien déterminées, dont 22 du lias inférieur, 14 du lias moyen, et 11 du lias supérieur de la France, d'après M. d'Orbigny.

Voyez : Studer, *Geologie der Schweiz*.

Savi et Meneghini, *Considerazioni sulla geologia stratigrafica della Toscana*, 1851, et l'appendice : *Nuovi fossili Toscani illustrati dal prof. G. Meneghini*, 1853.

Au-dessous de ce calcaire rouge ammonitique, on trouve à Arzo, Saltrio et Tremona, dans le canton du Tessin, un autre calcaire qui varie du rouge au verdâtre, au gris et au blanc. Il est assez compacte, et on l'exploite comme pierre d'ornement, sous le nom de *marbre de Saltrio et Arzo*. Il contient de nombreux fossiles qui ont été déterminés par différents géologues (1).

16. *Calcaire gris silicifère.*

17. *Calcaire noir à veines spathiques.* — Dans toute la Lombardie le terrain jurassique inférieur est formé par ces deux calcaires, qui contiennent parfois des Ammonites, tels que ceux gigantesques de Moltrasio, sur le lac de Como. Ces calcaires sont bien souvent transformés en une dolomie qu'on peut très bien nommer *dolomie supérieure*, pour la distinguer de l'autre dolomie, du terrain permien. Ces roches se retrouvent depuis le lac Majeur jusqu'au lac de Garda. Elles contiennent des fossiles bivalves (Térébratules, Spirifères, etc.) et des Pentacrinites au Mont Genovoso (2), des Ammonites (*A. obtusus?*) à Moltrasio, d'autres fos-

(1) Voici la liste des fossiles du marbre d'Arzo et Saltrio :

Belemnites acutus.

— *elongatus.*

Nautilus striatus.

— *excavatus.*

— *lineatus.*

— *intermedius*, Sow.

Ammonites obtusus, Sow.

— *fimbriatus*, Sow.

— *Bucklandi*, Sow.

— *stellaris*, Sow.

Trochus ornatus.

Lima Hermannii, Voltz.

— *antiquata*, Sow.

Cardinia hybrida.

— *salvata.*

Avicula inaequivalvis, Sow.

Pecten textorius, Schl.

Pecten Hechlii, d'Orb.

Terebratula vicinialis, Schloth.

— *triplicata.*

— *quadruplicata*, Zieten.

— *lacunosa.*

— *tetraedra*, Sow.

— *ornithocephala*, Sow.

— *variabilis*, Schloth.

Spirifer rostratus, de Buch.

— *tumidus*, de Buch.

— *Walcotii*, Sow.

Pentacrinites basaltiformis, Mill.

Quelques espèces peu déterminables ou nouvelles.

Et quelques vertèbres d'*Ichthyosaurus*.

Voyez pour ces fossiles: Brunner, *Aperçu géologique des environs du lac de Lugano.*

Studer, *Geologie der Schweiz.*

Mérian, dans les *Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel.*

Et la partie géologique de mes *Elementi di storia naturale.*

(2) *Spirifer rostratus*, de Buch; *S. tumidus*, de Buch; *S. Walcotii*, Sow.; *Terebratula tetraedra*, d'Orb., etc.

siles aux environs de Barni en Valsassine, des *Cardium triquetrum* au mont Grigna et au mont Resegone, en Valsassine, dans la Valbrenbanc, etc. Les montagnes de la Valsassine, le promontoire de Bellaggio, le mont Codeno et le mont Campione en Valsassine, les montagnes de Varenna, les monts Araralta, Serrada, Resegone, Albenza, Pizzo Regina, Venturosa, Poieto, Alben, Altino, etc., de la Valbrenbanc et de la Valseriane, sont tous formés, en totalité ou du moins dans leur partie supérieure, par ces roches jurassiques, qui, très probablement, appartiennent à la division du *lias*.

Les *calcaires à poissons et à reptiles* de Perledo, au-dessus de Varenna, les calcaires très riches en fossiles de Esino (*Lumachella d'Esino*), le *marbre noir de Varenna*, appartiennent à ce même groupe, et forment la partie inférieure du terrain jurassique de la Lombardie (1).

VI. Groupe de Saint-Cassian.

18. *Schistes noirs fossilifères*. — Les calcaires et les dolomies liasiques s'appuient, dans les montagnes du lac de Como et de la Valbrenbanc méridionale, sur des schistes noirs, marneux, qui souvent sont très friables et quelquefois se divisent en morceaux rhomboïdaux. Ils sont très riches en fossiles, et on les rencontre depuis le lac de Lugano jusqu'au lac de Como, dans la vallée de Guggiate, près de Bellaggio, vers Limonta, dans la vallée Neria, au-dessus de Mandello, au pied du mont Resegone et au fond des vallées Imagne, Brembille, Taleggio, Serine, et à S. Pellegrino, au centre de la Valbrenbanc proprement dite. A cause des fossiles qu'on y trouve, on a quelquefois considéré ces couches comme liasiques, et, récemment, M. Escher de la Linth les a mises dans son groupe de Saint-Cassian (2).

(1) Parmi les reptiles de Perledo, M. Balsamo a trouvé une espèce nouvelle de *Plesiosaurus*, et M. Curioni en a trouvé d'autres dont il a fait deux genres nouveaux, le *Lariosaurus* et le *Macromirosaurus*. (Voyez la nouvelle édition de la *Paléontologie* de M. Pictet.)

Parmi les fossiles de la *Lumachella d'Esino*, M. Brunner a remarqué des gastéropodes très voisins des *Chemnitzia heddingtonensis*, Sow.; *C. normanniana*, *C. lineata*, *C. curta*, d'Orb. (Studer, *Geologie der Schweiz*).

(2) Fossiles de Guggiate déterminés par MM. de Collegno et d'Orbigny :

<i>Cerithium hemes</i> , d'Orb.	<i>Nucula cluiformis</i> , Sow.
<i>Pholadomya subangulata</i> , d'Orb.	

VII. *Trias.*

L'étude complète de ce terrain n'a été faite, jusqu'à présent, quant à la Lombardie, que dans la Valbrenbanc et dans la Valseriane. On le trouve aussi dans les environs du lac de Como et dans les vallées à l'E. de la Valseriane, mais il y est moins développé ou y a été moins étudié.

Voici les trois parties dont il se compose.

19. *Marnes vertes et rouges.* — On n'y a pas encore trouvé de fossiles, ou, du moins, on n'en a pas trouvé de bien déterminables. Ces marnes se trouvent toujours au-dessous des roches jurassiques et du groupe de Saint-Cassian, en Valseriane à Piario et Gorno; en Valbrenbanc entre le mont Alben et le mont Arera, de Saint-Rocco à Saint-Giovanni Bianco, à Cassiglio, à Valtorta, au mont Bobbio; dans la Valsassine entre Barzio et Introbio, dans la vallée Dungo, au pied du mont Serrada et du

Unicardium uniforme, d'Orb.
Cardium subtruncatum, d'Orb.
 — *Collegno*, d'Orb.
 — *Erosne*, d'Orb.

Modiola hillana, Sow.
Mytilus Fidia, d'Orb.
Pecten dextilis, d'Orb.
 — *lens*, Sow.

(Studer, *Geologie der Schweiz.*)

Les fossiles recueillis dans la Valbrenbanc n'ont pas encore été étudiés par M. Balsamo qui les conserve dans sa collection, mais M. Escher de la Linth a déterminé quelques-uns de ceux qu'il a trouvés dans cette vallée et à Bene, entre le lac de Como et le lac de Lugano. Ce sont les suivants:

Bivalves analogues à la *Gervillia*
bipartita, Schafli.
Avicula speciosa, Mér.?
Baktridium striolatum, Heer.
Cardita crenata, Mör.

Cardium Rheticum, Mér.
Avicula Escheri, Mér.
 ? *Turritella*.
 ? *Natica*.
Plicatula obliqua, d'Orb.

Des petits acéphales du groupe de Saint-Cassian.

Un os de reptile que M. Mérian a trouvé trop imparfait pour pouvoir le déterminer avec sûreté.

Et quelques autres.

M. Renevier a apporté de Guggiate la *Cardita crenata* et le *Spondylus obliquus*, et les couches de la vallée Neria contiennent l'*Avicula Escheri*, Mér.

Dans son Mémoire, M. Escher donne aussi quelques figures de ces fossiles de son groupe de Saint-Cassian, du Vorarlberg et de la Lombardie. (Escher, *Geologische Bemerkungen über das nördliche Forarlberg und einige angrenzenden Gegenden*, 4863.)

mont Resegone, au N. de Abbadia, au pied du promontoire qui porte l'église d'Esino, au-dessus de Parlasco, entre Varenna et Bellano. Au delà du lac de Como, je n'ai pas pu en retrouver de traces, et je ne sais pas si l'on en a trouvé dans les vallées à l'E. de la Valseriane. Ces marnes représentent le *keuper*.

20. *Calcaire gris ou noir, fossilifère.* — Les fossiles qu'il contient sont de l'époque triasique et en particulier du *muschelkalk* (1). Il forme une zone très étroite, souvent interrompue, de l'E. à l'O., qui passe par Bagolino, Collio, Schilpario, mont Presolana, Oltresenda, Gorno, entre le mont Alben et le mont Arera, Valpiana, Dossena, Valtorta, mont Bobbio, le versant septentrional du mont Codeno, les environs de Regoledo, et ceux de Lugano.

(1) M. Curioni a trouvé dans les provinces de Bergamo et de Brescia, et en particulier à Dossena dans la Valbrembane, à Gorno dans la Valseriane, à Schilpario dans la vallée de Scalve, à Collio près de Bovegno dans la Valtrompie, et à Bagolino dans la Valsabbia, près des confins du Tyrol, les fossiles suivants : *Posidonomya minuta*, *Encrinurus liliiformis*, *Trigonia vulgaris*, *Halobia Lomellii*, *Myophoria Wathelyæ*, *Goniatites Ottonis*, *Equisetites columnaris*, *Terebratula cassidea*, *Plagiostoma lineatum*, *Arca triasina*, etc. (Curioni, *Nota di alcune osservazioni sulla distribuzione dei massi erratici*, etc., dans le *Giornale dell' Istituto Lombardo*, 1854.)

M. Balsamo et moi nous avons trouvé la *Myophoria Wathelyæ*, de Buch, et la *Trigonia vulgaris*, avec des traces de *Woltzia*, et d'autres fossiles à Gorno, à Dossena, à la chapelle de Sainte-Anne, près de S. Giovanni Bianco, et entre Piario et Oltresenda, en Valseriane.

M. Escher a trouvé à Gorno, avec la *Myophoria Wathelyæ*, la *M. Raibelliana*, Boué, l'*Avicula bipartita*, Mér., voisine de l'*A. socialis*, et la *Cardita crenata*. (Studer, *Geol. der Schweiz*, et Escher, *Geologische Bemerkungen*, etc.)

Dans la Valsassine, sur le versant septentrional du mont Codeno, M. Curioni a trouvé des *Encrinurus moniliformis* et des *E. liliiformis*.

Au musée de Milan, on voit des coquilles qui ressemblent beaucoup à la *Halobia Lomellii*, et qui proviennent de la Costa di Prada, entre la vallée de Mandello et la Valsassine.

M. Escher prouve l'existence de calcaires triasiques dans les environs de Regoledo, au-dessus de Varenna, par la présence dans ces lieux de la *Woltzia heterophylla*, Brgn.; de l'*Ethophyllum speciosum*, Schimp.; de la *Halobia Lomellii*, et de la *Posidonomya Moussoni*, Mér. (Escher, *Geologische Bemerkungen*, etc.)

Enfin, dans les environs du lac de Lugano, les recherches de MM. Lavizzari et Mérian tendent toujours à y confirmer l'existence du muschelkalk avec la *Chemnitzia scalata*, la *Myophoria vulgaris*,

Les couches noires, calcaires et bitumineuses de Besano, à l'E. de Varese, dans lesquelles on trouve des reptiles fossiles dont M. Cornalia a fait un genre nouveau, *Pachypleura*, de la famille des *Symosaurus*, paraissent appartenir à ce même étage (4).

Le muschelkalk forme donc une zone qui s'étend depuis le Tyrol jusqu'au voisinage du lac Majeur.

21. *Grès vert et rouge.* — Il est très développé au centre de la Valbrenbana proprement dite, de Saint-Giovanni Bianco à Camerata, et se retrouve aussi en Valsassine, au-dessous du muschelkalk, jusqu'à la rive du lac de Como, entre Varenna et Bellano, où l'on rencontre, sur une étendue de 675 pas, le long de la route militaire, une série de couches qui représentent tous les étages compris entre le terrain jurassique et les gneiss et les micaeschistes, série qui était considérée jadis comme un passage insensible des terrains sédimentaires aux terrains cristallins, primitifs ou métamorphiques.

Dans cette partie inférieure du trias de la Lombardie, on n'a trouvé que très peu de fossiles et tous indéterminables.

VIII. Terrain permien.

Au-dessous du groupe triasique on en trouve un autre bien distinct, dans lequel on n'a pas encore rencontré de fossiles bien déterminables. Cependant, comme il se trouve au-dessous du trias complet et au-dessus des schistes noirs, probablement de l'époque houillère, et comme il a les mêmes caractères minéralo-

Avicula salcata, et les fossiles suivants, recueillis par M. Stabile et déterminés par M. Mérian :

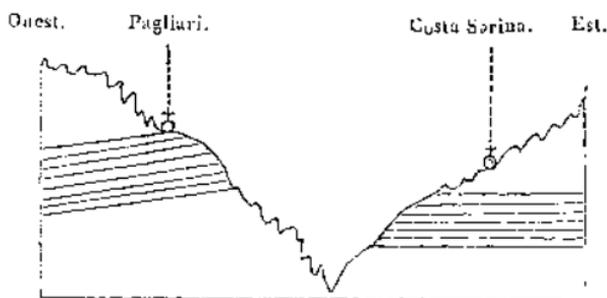
<i>Terebratula vulgaris</i> , Schloth.	<i>Lima</i>
— <i>angusta</i> , Schloth.	<i>Posidonomya</i> voisine des <i>Halobia</i> .
<i>Spirifer fragilis</i> , Schloth.	<i>Gervillia</i> ,
<i>Ostræa difformis</i> , Goldf.	<i>Nucula</i> ?
— <i>spondyloides</i> , Schloth.	<i>Myophoria elegans</i> , Dunk. (<i>Lyriodon curvirostris</i> , Goldf.)
<i>Pecten inæquistriatus</i> , Münst.	<i>Myophoria Goldfussii</i> , Alberti.
(<i>Monotis Albertii</i> , Goldf.)	<i>Encrinites liliiformis</i> , Schloth.
— <i>lævigatus</i> , Schloth.	Etc., etc.
<i>Lima striata</i> ? Schloth.	
— <i>Stabitei</i> , Mérian.	

(Mérian, dans les *Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel*, 1854.)

(4) Cornalia, *Notizie zoologiche sul Pachypleura Edwardsii*, dans le *Giornale dell' I. R. Istituto Lombardo*, etc., 1854.

giques du terrain permien de l'Allemagne, on peut le considérer comme représentant ce terrain dans les Alpes de la Lombardie.

22. *Calcaires veinés, marbrés, gris, noirs*, etc., souvent transformés en une *dolomie* qui est certainement *inférieure* aux roches décrites jusqu'ici, et par conséquent bien distincte de la dolomie supérieure, jurassique. C'est dans la vallée Serina (voyez la coupe ci-dessous) qu'on peut s'assurer parfaitement de cette distinction



des deux dolomies, séparées par les schistes noirs du groupe de Saint-Cassian.

Cette existence de deux dolomies d'âges différents a donné naissance à toutes les confusions et les incertitudes que l'on rencontre dans tous les travaux faits jusqu'à présent sur la géologie des Alpes de la Lombardie, en n'admettant toujours qu'une seule dolomie.

Cette zone calcaire permienne s'étend depuis la zone triasique jusqu'à celle du grès rouge, dont nous allons nous occuper. Elle comprend le mont Arera, le mont Ortighera, les environs de Piazza, de Olmo, de Averara, le pied du *Pizzo dei tre signori*, le mont Bobbio, les promontoires calcaires au pont de Chiuso, au S. d'Introbio. On la retrouve sur le versant septentrional du mont Codeno et jusque entre Varenna et Bellano, et elle reparaît aux environs de Limonta et au delà du lac de Como, à Gaeta, etc. Peut-être trouvera-t-on dans les montagnes calcaires des environs du lac de Lugano une distinction entre les roches de cette époque et celles du muschelkalk, tandis qu'aujourd'hui on croit devoir considérer toutes ces roches calcaires du mont Salvatore et autres, comme appartenant au terrain triasique.

23. *Grès rouge et conglomérat stéatiteux*. — Décrits par les géologues suisses sous le nom de *verrucano* (1), ils représentent très probablement la partie inférieure du terrain permien. Ils

(1) Le nom de *verrucano* est donné en Toscane à un groupe d'anagénites quartzo-stéatiteuses, de grès quartzeux avec talc, de phyllades, de schistes talqueux, etc., ou, en général, de roches composées de
Soc. géol., 2^e série, tome XII.

portent le nom de *salesa* dans quelques vallées lombardes, tandis qu'un schiste argileux, qui souvent l'accompagne, y est appelé *servino*, et le schiste micacé y reçoit le nom de *leguigno*.

Ces roches forment une zone qui s'étend de Bedero, sur le lac Majeur, jusqu'en Tyrol et au delà, avec quelques interruptions aux environs du lac de Lugano, par suite des dislocations nombreuses qui y ont eu lieu. Cette zone comprend dans notre carte les rives du lac de Como, entre Gaeta et S. Abbaudio, et entre Varenna et Bellano, les montagnes de la Valsassine, et traverse ensuite la Valbrenbana et la Valseriana, avec ses limites septentrionales dans la vallée Moresca, à Fopolo, à Carona, à Fiumerero.

Dans ces deux vallées, Brenbana et Seriana, le grès rouge a été disloqué par l'apparition d'une roche stéatiteuse ou serpentineuse, qu'on voit entre Trabucchetto et Fondra, et à Gromo, qui a donné naissance à des schistes talqueux et au conglomérat de fragments de grès rouge réunis par un ciment vert talqueux.

IX. Terrain houiller.

24. Au-dessous et au delà du grès rouge permien on trouve

quartz et de talc dans des proportions et sous des formes différentes. Ce groupe a reçu son nom de ce qu'il est bien développé dans la montagne *la Ferruca*, près de Pise, dans la chaîne des *Monti Pisani*. Les phyllades et les schistes de la partie inférieure contiennent des fossiles qui appartiennent au terrain houiller. Le *verrucano* de la Toscane, ou du moins sa partie inférieure, est donc de l'époque houillère.

C'est peut-être d'après des considérations minéralogiques que les géologues suisses ont donné le même nom de *verrucano* au grès rouge de la Lombardie, qui devient quartzeux, gris et blanchâtre dans sa partie inférieure, qui a bien souvent un ciment stéatiteux, et qui passe inférieurement aux schistes noirs, talqueux et phylladiques, probablement de l'époque houillère.

Les géologues suisses, en réunissant au *Muschelkalk* les calcaires et dolomies que nous croyons du terrain permien, ont considéré le grès rouge comme le représentant du *Buntersandstein* de l'Allemagne. Dans cette classification, ils ne pouvaient pas donner à ce grès rouge le nom de *verrucano*, à moins de ne laisser à cette dénomination qu'une signification purement minéralogique. Ce n'est qu'en trouvant une complète analogie de composition et d'âge entre le vrai *verrucano* de la Toscane et le groupe formé par le grès rouge et stéatiteux et les schistes noirs et phylladiques de la Lombardie, qu'on pourra conserver à ce dernier groupe le nom de *verrucano* dans son sens le plus complet, stratigraphique et minéralogique.

des *schistes noirs ou noirâtres*, souvent *talqueux* et *phylladiques*, qu'on exploite à Carona pour couvrir les toits. Ils contiennent des taches noires et des nodules qui paraissent être une matière charbonneuse, mais jusqu'à présent on n'y a pas trouvé de fossiles. Comme ces schistes sont inférieurs au terrain permien, on peut les considérer comme appartenant au *terrain houiller*.

Nous avons été confirmé dans cette opinion par M. Escher de la Linth, qui propose de considérer ces schistes comme étant de la même époque que ceux de Darzo dans la Valcamonica et de Caffaro, au N. de Bagolino, qu'il croit être de l'époque houillère. Du reste, on n'a pas encore fait assez de recherches sur ce sujet.

X. *Terrains cristallins.*

15. Toutes ces roches sédimentaires, toujours en stratification concordante, ou, du moins, en stratification concordante depuis le commencement du terrain crétacé jusqu'aux schistes noirs, reposent, encore en stratification concordante, sur les *gneiss* et les *micaschistes*, qui sont des couches paléozoïques métamorphosées, ou des couches primitivement formées par le refroidissement de la surface du liquide terrestre. Peut-être une partie de ces roches ont-elles eu la première origine; ce sont celles qui contiennent des amas de calcaires saccharoïdes et cristallins sur le lac de Como et ailleurs: l'autre partie appartiendrait au terrain primitif.

Les dislocations de toutes ces roches stratifiées, qui montrent en général une direction parallèle à la direction de cette partie des Alpes, ont été accompagnées d'apparitions de différentes roches ignées, sur lesquelles on n'a pas encore fait assez d'études pour pouvoir en déterminer avec précision l'âge relatif.

Provisoirement, et sans prétendre à vouloir les ranger par ordre d'âge, on pourrait les grouper de la manière suivante :

Stéatite et serpentine, de Valtelline, de Valbrenbano, de la vallée du Splügen, etc.

Porphyre amphibolique, en filons et en filons-couches à Vallalta, et à l'entrée de la vallée de Gandino dans la Valserrane.

Syérites de la Valsassine, de la Valtelline, etc.

Protogine de Bellano, etc.

Granites blancs et pegmatites de la Valtelline, du N. du lac de Como, de la Valsassine, etc.

Granite rouge de Baveno, sur le lac Majeur, des vallées entre ce lac et celui de Lugano, etc., qui semble quelquefois passer au

Porphyre rouge quartzifère des environs du lac de Lugano, du Tyrol, etc.

Mélaphyre des environs du lac de Lugano, du Tyrol, etc.

Enfin, j'ai indiqué par la lettre G, sur la carte géologique et dans les coupes qui l'accompagnent, les amas de *gypse* que l'on voit en relation avec les roches triasiques et permienes, à Nobiallo et Limonta sur le lac de Como; à Concededo dans la Valsassine; à Valtorta, Santa-Brigida, San-Gallo, Fuipliano, val Taleggio dans la Valbrembane, etc.

Je terminerai cette communication par un tableau, dans lequel les terrains de la Lombardie sont comparés, quant à leur ensemble mais non quant aux détails, à ceux déterminés, dans la Toscane, par MM. Savi et Meneghini (1).

(1) Voyez les *Considerazioni sulla geologia stratigrafica della Toscana*, qui ont été publiées en 1851 par ces deux savants professeurs, et qui serviront de base et de point de départ pour tous les travaux à faire sur la géologie de l'Italie centrale.—Voyez aussi l'appendice: *Nuovi fossili toscani illustrati dal prof. G. Meneghini*, qui contient les résultats des recherches faites en 1851 et 1852, et qui viennent confirmer ceux exposés dans les *Considerazioni*.

TERRAINS.	LOMBARDIE.	TOSCANE.
ACTUEL	Tourbières, dépôts des sources, des fleuves, etc.	Dunes, travertins, tourbières, conglomérats côtiers, <i>panchina</i> actuelle, alluvions, etc.
ERRATIQUE	Dépôts irréguliers. Blocs erratiques. Dépôts réguliers de sables, argiles, etc.	Dépôts d'argiles, sables, galets, conglomérats, <i>panchina</i> de Livorno, travertins, brèches à ossements, etc.
TERTIAIRE	Argiles et marnes subalpines avec lignites. Conglomérats des collines subalpines. Molasses de Romano, Vigano, etc. Grès et conglomérats à Nummulites. Calcaires marneux à Fucoides.	Sables jaunes, argiles et marnes subalpines, et <i>panchina</i> de Volterra et Sienna. Calcaires grossiers ou <i>panchina</i> ancienne, conglomérats, grès, argiles, sables, etc.
CRÉTACÉ	Poudingue à Hippurites. Calcaires marneux à Inocerames. Calcaires psammitiques presque sans fossiles.	Argiles schisteuses avec Fucoides et calcaire psammitique ou <i>pietra forte</i> . Craie gris foncé, avec silice pyromaque, marbre <i>portoro</i> , etc.
JURASSIQUE	Marbre <i>majolica</i> . Calcaire rouge ammonitique. Marbres de Saltrio et Aizo. Calcaire gris siliceux. Calcaire noir, à veines spathiques. Dolomie supérieure. Calcaire à reptiles de Perledo et lamachelle d'Esino.	Schistes bigarrés (<i>scisti varicolori</i>), avec Ammonites de la Spezia, etc. Calcaire gris clair, avec silice. Calcaire rouge ammonitique de la Spezia, Alpes apuennes, etc. Marbres crivoies et lamachelle. Marbre statuaire de Carrare et de Sorrauzza, et tous les autres marbres saccharoïdes sous le nom générique de <i>calcere salino</i> . Dolomie de Pise et des Alpes apuennes.
GRUPE DE SAINT-CASSIAN.	Schistes noirs, friables, très riches en fossiles.	
TRIAS	Marnes rouges et vertes (<i>keuper</i>). Calcaire coquillier (<i>muschelkalk</i>). Grès vert et rouge (<i>bunter sandstein</i>).	Calcaire gris foncé, sans silice, marbre <i>bartiglio</i> , dolomies, etc.
T. PREMIER	Marbres, calcaires noirs, etc. (<i>schstein</i>). Dolomie inférieure. Grès rouge et schisteux (<i>röthe-löde-Steigende</i>).	
T. HOULLER	Schistes noirs et phyllades. Micascistes et grès.	VERRUCANO. { Anagénites, grès quartzifères. Schistes talqueux et phyllades, avec des fossiles de l'époque houillère.

SÉANCE DU 7 MAI 1855.

533

M. Boubée demande à M. Omboni si l'on voit dans quelques localités les blocs erratiques posés sur les marnes subapennines.

M. Omboni répond qu'il est facile de constater sur plusieurs points de l'Italie que le terrain subapennin est bien distinct du terrain erratique, qui le recouvre, souvent en stratification discordante, et qui contient les blocs en question.

M. Nérée Boubée fait observer que le terrain subapennin occupe généralement le bas des vallées. Il est par conséquent plus moderne que le creusement de ces vallées, c'est-à-dire plus moderne que les grands phénomènes diluviens. Or, comme les blocs erratiques proprement dits appartiennent à l'époque diluvienne, ils ne doivent pas se trouver au-dessus des marnes jaunes subapennines.

M. Élie de Beaumont rappelle qu'en Lombardie on rencontre des blocs erratiques posés sur le terrain subapennin le mieux caractérisé.

M. Nérée Boubée répond que sans doute ces blocs ne sont point du nombre de ceux qui ont dû recevoir spécialement le nom d'erratiques.

M. Barrande appelle l'attention de la Société sur la présence dans le calcaire rouge d'un grand nombre d'Ammonites, qui, suivant M. Omboni, correspondraient à plusieurs étages. Il demande si ces fossiles ont été bien caractérisés et s'ils sont nombreux.

M. Omboni répond que les Ammonites en question sont au nombre de 31 pour la Lombardie et de 47 pour la Toscane, et elles ont été déterminées par M. Meneghini, comme on peut le voir, en consultant les *Considerazioni* déjà citées et son *Appendice*.

M. Élie de Beaumont lit l'extrait suivant de son mémoire, intitulé : *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans* (mémoire lu à la Société philomatique le 7 mars 1829, et à la Société d'histoire naturelle de Paris le 20 du même mois, et imprimé dans les *Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris*, t. V, p. 4).

... « Près des extrémités de la ligne courbe suivant laquelle, comme je l'ai dit plus haut, le gneiss coupe les couches secondaires

(ce sont en grande partie des couches de terrain nummulitique), on voit près de la Grave et de Champoléon, en deux points éloignés l'un de l'autre de 3 myriamètres $1/2$ ou 7 lieues, le contact des roches primitives et des couches jurassiques s'effectuer avec des circonstances encore plus remarquables que celles que je viens d'indiquer.

« Un peu au N. du hameau des Fréaux, situé à une demi-lieue O. de la Grave, au haut d'un talus cultivé qui borde la vallée de la Romanche, s'élèvent des escarpements dont la partie inférieure, un peu à l'É. de la cascade que forme le torrent du *Ca*, est formée de gneiss, de granite à petits grains et des roches amphiboliques schistenses. La stratification de ces roches se dirige N. 20° E., et plonge de 70° à l'O.-N.-O. Sur leur surface repose, dans la partie supérieure de ces mêmes rochers, un grès très dur, blanchâtre, à peine stratifié, composé de grains amorphes de quartz et de quelques cristaux de baryte sulfatée réunis par un ciment assez fortement effervescent, et composé en partie de spath calcaire. Ce grès, que la présence de la baryte rapproche déjà de l'arkose de la Bourgogne, occupe ici la même place que ce dernier, tant par rapport aux roches primitives qui le supportent que par rapport au système secondaire qui le recouvre, système dont les assises inférieures me paraissent contemporaines du calcaire à Gryphées arquées (*blue lias* des Anglais).

Immédiatement au-dessus de cette roche arénacée se trouve un calcaire gris subsaccharoïde d'un grain très serré, qui se fond avec le grès à son point de contact avec lui, et qui, ne présentant qu'une faible épaisseur, est bientôt remplacé lui-même par un calcaire saccharoïde d'un grain plus lâche, qui forme un banc assez puissant. Ce dernier est recouvert par une assise d'un schiste noir très fissile, sur lequel repose un calcaire compacte, gris, schistoïde, à cassure transversale un peu esquilleuse, et dont les strates sont couverts d'un enduit micacé ou talqueux, d'un gris argenté, soyeux à la vue et au toucher. Ce calcaire contient un grand nombre de Bélemnites et d'Encrines circulaires et pentagonales, dont les espèces, quoique difficiles à déterminer rigoureusement, sont évidemment les mêmes que celles que j'ai indiquées ailleurs (1) à Roselen, au pied S.-O. du groupe du Mont-Blanc, à Petit-Cœur, en Tarentaise, à la Frey, département de l'Isère (1), etc. On y trouve aussi des coquilles

(1) Voyez *Annales des sciences naturelles*, t. XIV, p. 443, et t. XV, p. 353 (1828).

bivalves dont je n'ai pu trouver d'échantillons déterminables, mais qui me paraissent identiques avec celles que nous avons trouvées, M. Fénéon et moi, au col de la Sauce, au pied S.-O. du groupe du Mont-Blanc, dans des blocs calcaires qui contenaient aussi, en même temps, les Bélemnites, les Pentacrinites et les Encrines circulaires dont je viens de parler, et qui, dans toutes ces localités, se trouvent dans des couches calcaires qui font partie des premières assises du système secondaire de ces contrées, assises que j'ai cru pouvoir rapporter au calcaire à Gryphées arquées (*blue lias* des Anglais).

» Les couches calcaires dont je viens de parler sont subordonnées à un schiste noir très fissile, pareil à celui qui recouvre immédiatement le calcaire saccharoïde, et qui forme le commencement d'une série excessivement épaisse de schiste argileux, de schiste argilo-calcaire noir, de calcaire et de grès qui constitue toutes les montagnes au N. de la Grave, du Villard d'Arcine et du col du Lautaret, et qui me paraît se rapporter en entier au terrain jurassique (1).

» La partie inférieure des pentes qui bordent la vallée de la Romanche, au midi de la Grave et du Villard d'Arcine, est aussi formée par des couches de ce grand système. Le talus qu'elles constituent s'étend jusqu'au pied des masses escarpées de roches primitives qui, s'élevant jusqu'à la hauteur des neiges perpétuelles et couronnées de glaciers, forment les avant-corps du massif de l'aiguille du midi de la Grave, qui atteint une hauteur d'environ 4,000 mètres au-dessus de la mer. Ce massif est principalement formé de gneiss, au moins du côté qui regarde la Grave et le Villard d'Arcine, mais cette roche passe quelquefois à un granite à petits grains. C'est ce qui a lieu particulièrement dans une arête primitive qui s'avance au midi du Villard d'Arcine, et jusqu'à laquelle je suis monté, afin d'examiner son contact avec les couches de schiste argilo-calcaire et de calcaire compacte noir, qui

(1) J'en ai donné une description abrégée dans une note sur un gisement de végétaux fossiles et de graphite situé au col du Chardonnet (voyez *Annales des sciences naturelles*, t. XV, p. 353). J'ai trouvé, dans les éboulements au-dessus de Fréaux, une brèche calcaire à noyaux pour la plupart compactes et noirs, et à ciment cristallin d'un gris pâle. Je n'ai pu en déterminer le gisement d'une manière positive. Elle ressemble complètement à certaines variétés de ces brèches calcaires des environs de Moutiers, en Tarentaise, que Dolomieu et M. Brochant ont si bien décrites.

forment le talus au-dessous du point où les roches primitives cessent d'être visibles.

» J'ai trouvé là précisément le contraire de ce que j'avais observé dans le point décrit plus haut. Au N. des Fréaux, j'avais trouvé le lias recouvrant le granite; au S.-S.-O. du Villard d'Areine, j'ai vu le granite s'appuyer sur des couches assez élevées du système jurassique. . . . Le plan de contact, à peu près parallèle à la stratification des couches secondaires, plonge de 60 à 70 degrés vers l'E.-S.-E. La couche secondaire, immédiatement contiguë au granite, est un calcaire gris, saccharoïde, avec petits filons spathiques; mais à mesure qu'on s'éloigne du contact, le grain du calcaire devient plus fin, et, à très peu de mètres du point de jonction, on rencontre déjà un calcaire compacte, noir, qui contient des Bélemnites. Celui-ci repose sur un schiste argilo-calcaire noir qui renferme les mêmes fossiles. Cette dernière roche constitue tout le talus qui descend jusqu'à la Romanche, et y présente des Bélemnites dans plusieurs de ses couches. Sa stratification devient de moins en moins inclinée à mesure qu'on s'éloigne du granite (4).

» Près de Champoléon, village situé dans le département des Hautes-Alpes, un peu au midi du groupe primitif qui s'élève autour de la Bérarde, on voit de même le granite à petits grains

(4) On peut suivre obliquement la superposition du granite sur le calcaire, jusqu'à une hauteur que j'ai estimée à plus de 500 mètres au-dessus du niveau de la Romanche. A 1 ou 2 mètres du contact, le calcaire reprend l'aspect qui lui est propre; il est alors d'un gris brunâtre, compacte, un peu marneux, en couches d'environ 2 décimètres de puissance. Il forme un talus d'une certaine étendue au pied des escarpements granitiques. En descendant sur la surface de ce talus, on peut suivre la succession des couches calcaires en s'éloignant du granite. A quelques mètres du contact, le calcaire devient marneux, et passe même à des marnes schisteuses noires peu solides et éboulées, qu'on peut observer sur une épaisseur de quelques mètres. Plus bas encore, le calcaire redevient moins marneux, plus solide; il forme une série de couches très minces, schisteuses. Des couches analogues à celles qui viennent d'être décrites alternent un grand nombre de fois sur les pentes nommées le puy Vachior, et constituent tout le talus qui descend jusqu'à la Romanche.

On observe à diverses hauteurs dans ces couches, et jusqu'à quelques mètres du granite, un assez grand nombre de Bélemnites, et des Ammonites évidemment jurassiques, qui prouvent que ce système fait partie de la formation jurassique si singulièrement développée, qui forme toutes les parties sédimentaires des montagnes adjacentes, et qui, au-dessus des Fréaux, repose, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, sur les roches primitives.

supporter en quelques points, et recouvrir en d'autres, des couches du système jurassique.

» Au pied de la montagne granitique appelée le puy de Péorois, s'étend en demi-cercle, dans l'angle formé par le Drac et le torrent qui descend de la montagne de Touron, un lambeau de terrain secondaire composé de schiste argilo-calcaire noir, contenant quelques couches de grès et de calcaire compacte gris, et pénétré par des masses irrégulières de la roche amphibolique ou pyroxénique, connue sous le nom de variolite du Drac, et qui, contre l'ordinaire, n'est accompagnée dans cette localité d'aucune masse de gypse. Certaines couches calcaires contiennent un grand nombre de Bélemnites et d'Éucrines, des polypiers, des fragments de grandes bivalves (*Limes?*), d'Ammonites et de pointes d'Oursin, qui ne permettent pas de douter qu'il n'appartienne au système de couches secondaires le plus ancien de ces contrées, système qui m'a paru faire partie du terrain jurassique..... Toute cette bande de terrain secondaire, sur laquelle sont bâtis les hameaux du Chatelar, des Gondoins, des Fermonts et de Péorois, est extrêmement disloquée.

» Sur la rive droite du Drac, à 400 ou 500 mètres au-dessus de son niveau, et à peu près à égale distance des deux hameaux appelés les Baumes et les Gondoins, le sol est formé par un granite à petits grains, à mica noir et à feldspath blanc ou rougeâtre. Ce granite est évidemment en place, et tout annonce qu'en descendant du point en question vers le Drac, suivant la ligne la plus courte, on marcherait toujours sur cette roche dans laquelle paraît être creusée la vallée des Baumes, et qui semble former aussi les noyaux et les sommets des montagnes les plus considérables des environs.

» Un peu au-dessus du même point se trouvent de petits escarpements formés de roches stratifiées, superposées au granite dont je viens de parler.

» Au-dessus du granite *a*, décrit ci-dessus, se trouve une variété *b* moins bien cristallisée du même granite un peu en décomposition. Il forme pour ainsi dire l'enveloppe extérieure du précédent.

» Immédiatement au-dessus, on trouve un grès quartzeux très dur, presque compacte *c*; le plan de superposition plonge vers l'intérieur de la montagne, sous un angle d'environ 30 degrés. Il y a 1 ou 2 mètres de ce grès très dur.

» On trouve ensuite successivement les couches suivantes :

» *d*. Grès schisteux avec surfaces de stratification couvertes d'un enduit charbonneux. Les plans de stratification sont à peu près

parallèles à celui du contact avec le granite. Il y a plusieurs mètres de ce grès qui contient de petits filons et des nids de baryte sulfatée et de galène.

» *e.* Calcaire ferro-manganésifère gris, saccharoïde, à petits grains, qui, exposé à l'air, devient roux à la surface. Il forme une assise assez épaisse au-dessus du grès précédent, et l'on y trouve encore beaucoup de petits filons de baryte sulfatée.

» *f.* Calcaire ferro-manganésifère, presque compacte, un peu esquilleux, bleuâtre, un peu schistoïde, qui forme une petite couche au-dessus de la précédente.

» *g.* Variolite du Drac, qui forme une masse de 20 à 30 mètres d'épaisseur, posée sur les couches qui précèdent, et accompagnée de ses tufs. Elle contient en quelques points différents minerais de cuivre.

» Cette masse de variolite est recouverte par diverses couches de schiste argilo-calcaire noir et de calcaire gris.

» Le granite s'élève par derrière à peu de distance, comme un mur vertical, et coupe la prolongation de tout ce système. Il s'étend sans interruption jusqu'au sommet de la montagne abrupte et déchiquetée nommée puy de Péorais.

» J'ai aussi cherché à voir le contact du granite et des couches secondaires sur le penchant rapide que présente cette dernière montagne du côté du midi, le long du vallon qui descend de la montagne de Touron, et ici, dans tous les points où j'ai pu voir ce contact, c'était le granite qui s'appuyait sur les couches secondaires.

» Au haut d'une arête située entre deux couloirs qui aboutissent l'un et l'autre dans le ruisseau de Touron, au-dessus du hameau des Fermonts, on voit de la manière la plus claire le granite recouvrir le schiste argilo-calcaire noir, friable, dont toute la partie inférieure de cette arête est formée, et dans lequel sont creusés les deux couloirs. Le granite s'avance au-dessus du schiste, de manière que sa surface inférieure, qui est celle du contact, présente la forme d'une portion de l'intrados d'une voûte. Les parties du granite qui constituent cette surface courbe elle-même sont très mal cristallisées. Elles présentent une disposition par zones parallèles à la surface extérieure de la masse, qui se trouve de plus en plus cristalline à mesure qu'on pénètre dans son intérieur. Déjà, à 1 mètre de la surface de contact, le granite commence à présenter des caractères peu différents de ceux qu'il a dans le reste de la montagne. Près de son point de contact avec le granite, le schiste argilo-calcaire sur lequel celui-ci repose n'est nul-

lement altéré. Il est fissile et friable au même degré que plus bas. Ses couches plongent légèrement vers l'intérieur de la montagne.

» Ce schiste argilo-calcaire s'étend, d'une part, jusqu'au hameau des Gondoins, où il paraît reposer sur des couches d'un calcaire riche en fossiles dont j'ai parlé, et, de l'autre, il se prolonge assez loin en remontant le vallon qui descend de la montagne de Tournon, vallon dont il forme le flanc septentrional. Le long de ce vallon, à environ une demi-lieue au-dessus du hameau des Fermons, j'ai remarqué un couloir ou ravin très rapide, qui prenait naissance dans le granite du puy de Pérois, et dont la partie inférieure était creusée dans le schiste sur une hauteur de 100 à 200 mètres. Je me suis élevé au point où, dans ce couloir, s'opérait le passage du schiste argilo-calcaire au granite, et j'ai fait, de concert avec M. Fénéon, que j'ai eu l'avantage d'avoir pour compagnon dans toutes les courses dont ce Mémoire renferme les résultats, la coupe exacte de leur jonction.

» Au-dessus du schiste argilo-calcaire *a*, on trouve successivement en allant de bas en haut :

» *n*. Calcaire compacte gris qui forme une couche de quelques décimètres.

» *m*. Schiste argilo-calcaire, très fissile, très friable, et tout à fait analogue à celui de la partie inférieure du couloir : 1 mètre.

» *l*. Calcaire compacte gris avec beaucoup de points spathiques, et de petits filons calcaires qui forment une couche de 1 à 2 mètres.

» *k*. Espèce de granite mal caractérisé qui vient au jour en dessous de *l*, et ne se montre que sur une épaisseur de 1 à 2 décimètres.

» *i*. Calcaire gris, saccharoïde, à petits grains, contenant un grand nombre de cristaux de spath perlé : 2 à 3 décimètres.

» *h*. Roche argilo-calcaire criblée de cristaux de spath perlé : 2 ou 3 décimètres.

» *g*. Calcaire saccharoïde à petits grains, gris dans l'intérieur, et roux près de la surface, avec petits filons de chaux carbonatée et de baryte sulfatée. Couche de quelques décimètres.

» *f*. Grès très schisteux avec veinules charbonneuses, et qui ne diffère du grès qu'on rencontre ordinairement dans le système jurassique de ces contrées que parce qu'il est un peu plus dur et plus ferrugineux. Il contient beaucoup de petits filons de baryte sulfatée et de galène : 2 à 3 mètres.

» *e*. Grès quartzeux compacte, passant à un quartz compacte avec cristaux de feldspath, presque sans indices de stratification.

Ce grès se divise en fragments irréguliers très anguleux, et renferme de petits filons et des nids de baryte sulfatée et de quartz : 2 mètres.

« *d.* Grès quartzeux, à gros grains à surfaces de stratification charbonneuses, contenant beaucoup de cristaux de feldspath, pris tout près du plan de superposition du granite sous lequel il s'enferme. Les surfaces de stratification sont à peu près parallèles à celle du contact des deux roches. Il y a plusieurs décimètres de cette roche qui renferme aussi quelques nids de galène.

« *c.* Granite pris à 1 ou 2 décimètres du point d'application sur le grès ; il est mal cristallisé, et présente de nombreux petits filons, et de petits nids de baryte sulfatée et de galène.

« *b.* Granite analogue au précédent, mais un peu mieux cristallisé, un peu en décomposition, pris à quelques décimètres de la surface de contact du granite et du grès.

« *a.* Granite à petits grains, à feldspath blanc ou rougeâtre, et à mica noir ou verdâtre qui forme la masse de la montagne. »

M. Élie de Beaumont ajoute ensuite les observations suivantes :

Lorsque j'écrivais les pages qui précèdent, en 1829, j'étais convaincu que les grès à veines charbonneuses qui y sont décrits faisaient partie du terrain jurassique. Cette idée a été confirmée vingt-trois ans après par les travaux de M. Rozet dont j'extrais les lignes suivantes :

Coupes géologiques des Hautes-Alpes, par M. Rozet.

« Si du village de Saint-Michel-de-Chaillole, on monte au »
 « sommet de Soleil-Biau, au pied du grand escarpement, on voit »
 « les grès recouvrir d'une manière concordante les derniers strates »
 « du lias ; il y a même alternance au point de contact. On marche »
 « sur les grès en s'élevant à plus de 700 mètres au-dessus du niveau »
 « où ils commencent, et alors on les voit immédiatement recou- »
 « verts, à stratification concordante, par le calcaire oxfordien dont »
 « les strates plongent légèrement vers le N.-E., comme ceux du »
 « grès. Ici la puissance de la masse calcaire ne dépasse pas »
 « 200 mètres, et au-dessus, au sommet de Soleil-Biau même, on »
 « rencontre des lambeaux très bouleversés, recouvrant le cal- »
 « caire transgressivement, de roches arénacées, macigno, calcaire »
 « grossier, etc., contenant une immense quantité de Cérîtes :

» *C. Diaboli*, *C. plicatum*, *C. crenulatum*, *C. Bonelli*, etc.; la
 » *Melania costellata*; des Natices : *Natica Matadialis*, *N. interme-*
 » *dia*, etc., et des *Nummulites* (1). »

Dans une autre note, M. Rozet dit que, dans la coupe de Saint-Michel, au sommet de Soleil-Biau, on reconnaît « un grès très » semblable au grès à Nummulites, non-seulement en stratifica- » tion parfaitement concordante avec les derniers strates du lias, » mais encore alternant souvent avec eux. Après avoir pris un » certain développement, ce grès est reconvert, à stratification » concordante, par le calcaire oxfordien sur lequel se trouve en- » suite le grès à Nummulites, à Gêrites, etc., à stratification tou- » jours discordante. Ces faits, ajoute M. Rozet, s'observent sur plu- » sieurs points du massif de Chaillol-le-Vieil. » Ce grès, inférieur au calcaire oxfordien, a été reconnu par M. Élie de Beaumont (2) au col du Chardonnet, aux environs de Guilestre, etc. (3).

Le village de Saint-Michel-de-Chaillol et la montagne de Soleil-Biau sont situés, comme le Chatelar, les Fermonts et le puy de Péorois, sur la rive droite du Drac. L'église de Saint-Michel est à 9 ou 10 kilomètres au S.-O. et en aval de celle de Champoléon. Les grès jurassiques décrits par M. Rozet, dans les passages transcrits ci-dessus, me paraissent être la prolongation de ceux que recouvre le granite du puy de Péorois. Plus loin, au S.-O., ces grès finissent probablement par disparaître en s'amincissant au milieu du calcaire jurassique, car il ne paraît pas qu'on les ait observés dans les environs de Saint-Bonnet.

Tels qu'ils se montrent à la base du puy de Péorois et sur la pente de la montagne de Soleil-Biau, ces grès sont déjà beaucoup moins épais que ceux qui se montrent dans les montagnes situées au-dessus des Fréaux, dont ils ne sont séparés que par la masse granitique des montagnes de l'Oisans. Je crois qu'on doit les considérer comme *la pointe* de l'une des grandes lentilles de roches arénaçées, qui forment un des traits prééminents de la constitution géologique des Alpes occidentales.

Ces lentilles se terminent de même en pointe très amincie vers le N., au milieu des calcaires des environs de Bex, dont l'âge jurassique a été généralement reconnu depuis le savant Mémoire

(1) Rozet, *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e série, t. IX, p. 467. Séance du 19 janvier 1852.

(2) *Annales des sciences naturelles*, décembre 1828.

(3) Rozet, *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e série, t. X, p. 318. Séance du 21 mars 1853.

publié par M. Buckland en 1821, malgré la dénomination de calcaires de transition qui leur avait été appliquée anciennement.

Il me suffira, pour le faire comprendre, de transcrire ici quelques passages du *Mémoire sur la nature et le gisement du gypse de Bex et des terrains environnants*, lu le 28 juillet 1818 à la Société helvétique des sciences naturelles par M. J. de Charpentier, directeur des mines du canton de Vaud (1).

M. de Charpentier dit dans le résumé de son mémoire, p. 559 et 560 :

1. Les environs de Bex sont formés par le terrain primitif et par le terrain de transition (reconnu depuis comme jurassique).

2. Le terrain primitif ne se montre à découvert que sur une petite étendue.

3. Il est composé principalement de roches feldspathiques.

4. Le calcaire forme la masse principale du terrain de transition.

5. On y trouve, en couches subordonnées, du gypse, du schiste argileux, de la grauwaacke, des poudingues et des brèches.

6. Le calcaire qui renferme immédiatement le gypse est très argileux et carburé.

7. Il est tantôt compacte et tantôt schisteux.

J'extraits du texte du *Mémoire* les détails suivants relatifs à quelques-unes de ces roches :

« Le terrain de transition des environs de Bex consiste principalement en roches calcaires. Les autres roches intermédiaires qui entrent dans sa composition en couches de différentes épaisseurs sont intercalées dans le calcaire. Cependant ce calcaire de transition ne repose pas immédiatement sur le terrain primitif ; il en est séparé par un grès formé de petits fragments, légèrement arrondis, de quartz et de feldspath agglutinés par un ciment argileux à peine visible. Le quartz, ainsi que le feldspath, sont rougeâtres, jaunâtres ou verdâtres ; l'acide nitrique y fait reconnaître la présence d'un peu de chaux carbonatée.

« Ce grès, que l'on peut considérer à cause de son gisement comme une variété de grauwaacke, forme une couche d'environ 30 pieds d'épaisseur. J'ignore si elle a une grande étendue en longueur et en profondeur, parce que la conformation extérieure de la montagne s'oppose à cette recherche.

« Le calcaire qui repose immédiatement sur ce grès a une pâte fine et une cassure conchoïde ; il est le plus souvent d'un noir

(1) *Annales des mines*, 4^{re} série, t. IV, p. 535 (1819).

» grisâtre, rarement blanc, rougeâtre, veiné de gris. On en trouve
 » aussi dont la pâte est plus grossière, la cassure inégale et presque
 » grenue, et dont la couleur est un gris rougeâtre ou verdâtre,
 » ce qui est dû à un mélange de très petites lames de tale ou de
 » mica.

» ... Ce calcaire renferme fréquemment des feuillet de schiste
 » argileux. Ils sont tantôt parfaitement plans, fort étendus, et d'une
 » épaisseur égale, quoique peu considérable, tantôt contournés et
 » peu étendus. Les premiers se rencontrent beaucoup plus fré-
 » quemment; ils alternent avec des feuillet semblables de cal-
 » caire. Dans cet état, la roche ressemble d'une manière frappante
 » à l'ardoise, et, en effet, on l'emploie depuis quelque temps
 » comme ardoise dans les environs de Bex; on l'exploite dans le
 » quartier de montagne dit le *Seppey dessous les monts de Chatel*.
 » J'observerai, à cette occasion, qu'une grande partie des ardoises,
 » et, en général, des schistes argileux et des grauwackes schis-
 » teuses des Alpes, ne sont qu'un assemblage de feuillet minces
 » alternatifs de schiste argileux et de calcaire.

» Le calcaire dont je viens de parler renferme très peu de corps
 » organisés. Ceux que j'y ai remarqués sont des Bélemnites. Il est
 » aussi très vraisemblable que les noyaux calcaires, entourés d'un
 » enduit de spath calcaire, qui, sur la cassure fraîche de la roche,
 » présentent des lignes blanches circulaires ou ovales, ne sont
 » autre chose que des coquilles bivalves ou des Échinites. Cette
 » roche ne renferme aucune substance étrangère, à l'exception
 » d'un peu de fer sulfuré et de quelques rognons de schiste sili-
 » ceux passant au quartz pyromaque. Ce calcaire forme une im-
 » mense couche, qui est divisée en strates de 1 à 5 pieds d'épaisseur.
 » C'est cette couche qui constitue les roches de *Lucey*, de *Saint-*
 » *Maurice*, de *Sousvent*, de *Saint-Triphon* et du *Chatel d'Aigle*;
 » elle est presque horizontale; seulement, auprès de *Lucey* et de
 » *Saint-Maurice*, elle s'incline légèrement au N., et auprès d'*Aigle*,
 » son inclinaison est plus forte et dans un sens opposé, c'est-à-dire
 » au S.

» Sur cette couche repose un autre calcaire qui ne diffère du
 » précédent qu'en ce qu'il paraît être beaucoup plus argileux, ce
 » qui m'a conduit à le distinguer sous le nom de *calcaire argileux*.

» Cependant ces deux roches appartiennent à la même forma-
 » tion. Il existe non-seulement un passage de l'une à l'autre, mais
 » on rencontre même des strates de l'une de ces variétés intercalés
 » dans l'autre.

» Ce calcaire argileux ne présente que deux variétés: l'une est

» compacte, d'un noir grisâtre, rarement d'un gris cendré; l'autre
 » est schisteuse, et d'une couleur en général plus claire. Cette
 » roche contient beaucoup d'argile intimement mêlée avec la
 » chaux carbonatée. C'est à cette argile qu'il faut attribuer la
 » lenteur de l'effervescence qu'elle produit avec les acides, et son
 » altération prompte lorsqu'elle est exposée à l'influence de l'at-
 » mosphère. La variété schisteuse, contenant plus d'argile et ren-
 » fermant toujours du fer sulfuré disséminé en parties extrêmement
 » fines, s'altère et se décompose plus promptement. Rarement
 » l'argile est remplacée par la silice. Quand la silice domine, il en
 » résulte une roche compacte, à cassure conchoïde, d'un éclat
 » gras, fort dure, verdâtre, ressemblant tout à fait au quartz
 » compacte; cependant, réduite en poussière, elle fait encore
 » effervescence avec les acides. Je n'ai trouvé cette variété qu'au-
 » près des salines de *Devens*, dans le lieu dit le *Pas de la Feja*.
 » Elle y forme des couches courtes et épaisses, séparées les unes
 » des autres par des couches contournées de schiste argileux et de
 » calcaire schisteux.

» Le calcaire argileux contient quelquefois des corps marins.
 » Ceux que j'ai observés sont des Bêlemnites et des Ammonites.
 » C'est dans cette roche que le gypse de Bex se rencontre en couches
 » subordonnées. Mais, avant d'entrer dans les détails de son gise-
 » ment, il convient d'indiquer toutes les couches étrangères que
 » j'ai observées dans le calcaire argileux. Ces couches sont :

» 1^o Du gypse, dont nous donnerons plus bas la description.

» 2^o Une brèche calcaire, ou plutôt une roche se rapportant tantôt
 » à la brèche, tantôt au poudingue. Elle est composée de frag-
 » ments légèrement arrondis, petits ou de moyenne grosseur, de cal-
 » caire compacte, de granite, de schiste micacé, de schiste talqueux
 » et de quartz, agglutinés par un ciment calcaire, rarement par un
 » schiste argileux. Cette roche est assez rare; je l'ai observée au
 » *Pas de la Feja*, à *Entraigne*, et au *Dard* dans la vallée de la
 » *Grande-Eau*.

» 3^o Une *grauwacke*, à très petits grains, ordinairement d'un
 » gris foncé, rarement verdâtre, contenant tantôt des feuilletts
 » courts de schiste argileux, tantôt beaucoup de parties calcaires.

» 4^o Enfin un schiste argileux déterminé, qui se rencontre en
 » couches contournées, ordinairement assez minces et peu éten-
 » dues.

» Le calcaire argileux, principalement la variété compacte, est
 » fréquemment traversé par de petits filons de spath calcaire.
 » Ces filons ont quelquefois de 8 à 10 pouces d'épaisseur, et

» contiennent des cavités dont les parois sont recouvertes par des
 » cristaux calcaires, qui se rapportent ordinairement au rhombé-
 » boïde primitif. Ils renferment rarement du *fer sulfuré*, du *plomb*
 » *sulfuré* et du *zinc sulfuré*. Cette dernière substance est ordinai-
 » rement d'un rouge jaunâtre.

» Quant au *fer sulfuré*, ce n'est pas seulement dans les filons
 » qu'il se rencontre au milieu de calcaire argileux ; il est aussi
 » fréquemment disséminé dans la roche, et y forme même quel-
 » quefois des veines dont l'épaisseur varie depuis 1 ligne jus-
 » qu'à 6 pouces. Ces veines se trouvent principalement dans le
 » calcaire schisteux, qui, dans le voisinage des pyrites, est ordinai-
 » rement fort carburé et si abondant en argile qu'il passe le plus
 » souvent à l'état de *schiste argileux carburé*.

» Revenons maintenant au gypse que nous avons déjà dit être
 » subordonné au calcaire argileux. Ce n'est pas seulement à Bex
 » que j'ai constaté ce gisement ; tous les dépôts de gypse que j'ai
 » observés au nord de la chaîne septentrionale des Alpes, et une
 » partie (1) de ceux qui existent au sud de cette même chaîne,
 » sont intercalés dans le calcaire argileux en forme de couches,
 » fort épaisses relativement à leur longueur, et font par consé-
 » quent partie du terrain de transition... »

La suite du mémoire de M. de Charpentier est principa-
 lement consacrée à la description des gypses et anhydrites de Bex
 et des roches qui leur sont subordonnées. J'en extraurai encore les
 passages suivants :

« Le *calcaire compacte*, qui est en couches étrangères dans
 » l'anhydrite, a la plus grande analogie avec le calcaire argileux,
 » auquel l'anhydrite est lui-même subordonné. Il n'en diffère que
 » par l'absence plus ou moins complète de carbone libre, de ma-
 » nière que sa couleur est ordinairement d'un gris clair, plus rare-
 » ment d'un rouge brunâtre avec des taches vertes. Cependant on
 » en trouve quelquefois qui est complètement semblable au cal-
 » caire argileux, étant comme lui d'un gris noirâtre, et contenant
 » de même le carbone à l'état d'anthracite. Cette substance s'y
 » trouve en forme d'enduit ou de croûtes noires fort minces, lisses
 » et d'un éclat demi-métallique, sur les parois des fissures acciden-
 » telles dont cette roche est ordinairement traversée. Indépen-
 » damment de l'argile, cette roche est mélangée d'une assez grande

(1) La réserve que faisait ici M. de Charpentier se rapportait aux gypses réputés alors primitifs et à ceux qu'on supposait déposés dans des bassins sur la surface des roches environnantes.

» quantité de silice, qui la rend plus dure que ne l'est ordinaire-
 » ment la pierre calcaire compacte. D'après les expériences de
 » M. Struve, elle renferme aussi de la magnésie. La dureté et la
 » finesse de la pâte ont engagé nos mineurs à en faire des pierres
 » à rasoirs, qui sont quelquefois d'une très bonne qualité. C'est
 » également à son mélange avec l'argile et la silice qu'il faut
 » attribuer le peu d'effervescence qu'elle produit avec l'acide
 » nitrique... »

» La troisième roche subordonnée à l'anhydrite est un *schiste*
 » *argileux* sablonneux, qui prend le plus souvent les caractères
 » de la *grauwacke schisteuse*. Sa couleur est ordinairement un
 » gris verdâtre plus ou moins foncé; il est à feuilletés épais, mais
 » parfaitement plans. Sa texture schisteuse disparaît quelquefois,
 » et il en résulte une roche arénacée à très petits grains d'un vert
 » clair, qui a les plus grands rapports avec la *grauwacke* verdâtre
 » que l'on trouve dans le calcaire argileux, auquel l'anhydrite est
 » subordonné. Elle est ordinairement dure, mais elle s'altère
 » promptement dès qu'elle éprouve l'influence de l'atmosphère.
 » Souvent enfin ce schiste passe à l'état d'argile endurcie, sans
 » cependant être susceptible de se détrempier dans l'eau. Il se
 » sépare facilement en pièces tessulaires ou cunéiformes, dont les
 » surfaces de séparation sont lisses et éclatantes.

» Cette roche est remarquable par le sel gemme qu'elle ren-
 » ferme fréquemment. Le sel y est non-seulement disséminé, mais
 » on le trouve en forme de veines et de rognons, ou de filons de
 » 7 à 8 pouces d'épaisseur. Il est ordinairement granulaire, rare-
 » ment fibreux, d'un rouge jaunâtre très pâle, ou d'un blanc
 » grisâtre. C'est probablement à la présence de ce sel gemme qu'on
 » doit attribuer la facilité et la promptitude avec laquelle ce
 » schiste s'altère et se décompose à l'air. Ce schiste argileux, avec
 » ses variétés nombreuses, se rencontre ordinairement en nids ou
 » rognons, ou bien en couches courtes et épaisses. La couche la
 » plus considérable de cette roche est dans la mine du *fondement*.
 » Elle y est connue sous le nom de *cylindre*; c'est d'elle que sortent
 » nos sources salées principales. Cependant on trouve également
 » des eaux salées dans l'anhydrite, dans le calcaire compacte et
 » même dans le calcaire argileux; mais ces dernières sont toujours
 » faibles en salure et se rencontrent toujours dans le voisinage de
 » l'anhydrite.

» Enfin la quatrième roche qui forme des couches dans l'anhy-
 » drite est une roche agglomérée composée de fragments de cal-
 » caire compacte et d'argile endurcie, agglutinée par de l'anhy-

» drite à petits grains. Cette brèche à fragments calcaires ne diffère
 » de l'autre brèche calcaire (que nous avons décrite ci-dessus,
 » comme étant intercalée dans le calcaire argileux) que par son
 » ciment et par l'absence de fragments de roches feldspathiques.
 » Elle est très fréquente dans l'anhydrite, et y forme des couches
 » assez régulières dont l'épaisseur varie depuis un pouce jusqu'à
 » plusieurs pieds.

» Les roches subordonnées à l'anhydrite sont donc, ainsi qu'on
 » vient de le voir, extrêmement analogues à celles qui sont inter-
 » calées dans le calcaire argileux de transition, et l'on ne peut se
 » refuser à tirer de cette ressemblance une très forte présomption
 » en faveur de l'identité de la formation. »

Dans le reste de son mémoire M. de Charpentier s'occupe presque exclusivement de la description des masses d'anhydrite et de gypse qui forment une des parties constituantes essentielles du terrain des environs de Bex.

Les rapports de gisement qu'il signale entre les roches dont ce terrain se compose, leurs alternances, les intercalations des unes au milieu des autres, ont été observés par lui, non-seulement à la surface, mais aussi dans les travaux souterrains des mines de Bex, dont M. de Charpentier est le directeur depuis l'année 1813, et dont les plans sont tenus par lui avec toute la précision que l'on peut attendre de l'un des élèves les plus distingués de l'École de Freiberg. Les mines de Bex sont fort étendues, ainsi qu'on peut le voir dans la notion succincte que j'ai publiée sur cet établissement dans les *Annales des Mines* (1). On y trouve une galerie longue de 6300 pieds de Berne (plus de 2 kilomètres), un puits de 484 pieds, et un autre de 800 pieds de profondeur, des réservoirs intérieurs, taillés dans le roc, ayant des sections horizontales de 7963 pieds carrés de Berne, de 5000 et de 3000 pieds carrés, et une infinité d'autres excavations de formes très variées. C'est en faisant creuser ou remettre à neuf ce vaste réseau d'excavations, que M. de Charpentier a réuni une partie des matériaux de son mémoire. On voit qu'il a eu d'excellents moyens de constater les alternances des roches, que l'on ne peut révoquer en doute l'intercalation des schistes argileux, des granwackes, des brèches, des poudingues, dans les gypses au milieu desquels la mine est principalement creusée; et, à moins que l'on ne conteste l'origine épigénique de ces gypses, on comprendra que l'intercalation de ces roches dans

(1) *Notice sur les salines de Bex* (*Annales des mines*, 1^{re} sér., t. IX, p. 693, 1824).

les gypses confirmerait, s'il en était besoin, celle que M. de Charpentier a observée ailleurs des mêmes roches dans les calcaires qui constituent aux environs la masse principale du terrain.

Quant à ce qui concerne la nature de toutes ces roches et leurs rapports avec les roches des autres parties des Alpes, et notamment avec celles de la Tarentaise, il n'est pas inutile de remarquer que le tome IV de la 1^{re} série des *Annales des Mines*, publié en 1819, qui contient le mémoire de M. de Charpentier sur la nature et le gisement du gypse de Bex et des terrains environnants, contient aussi le mémoire de M. Brochant sur les roches granitoides du Mont-Blanc. M. de Charpentier était à Bex pendant que son mémoire s'imprimait à Paris, mais l'amitié de M. Brochant suppléait à son absence avec ce zèle bienveillant que se rappellent avec reconnaissance tous ceux qui l'ont connu. M. de Charpentier s'est plu à lui rendre un juste hommage lorsque, dans la préface de son savant ouvrage sur les Pyrénées, auquel l'Académie des sciences avait décerné, en 1822, le prix de statistique, il a dit avec cette rare modestie qui est un des traits de son noble et aimable caractère, « que M. Brochant de Villiers avait bien voulu » prendre la peine de rectifier les locutions les plus vicieuses, et » de faire disparaître les germanismes (1). » Il est indubitable, d'après cela, que les noms de roches ont, dans le mémoire de M. de Charpentier, précisément la même acception que dans tous les mémoires de M. Brochant sur les Alpes, et l'on en demeurera plus convaincu encore si l'on remarque dans le mémoire de M. de Charpentier certaines expressions, telles que un schiste argileux déterminé, qui étaient familières à M. Brochant, et qui n'ont guère été employées que par lui. On peut donc être certain que les mots de calcaire argileux, d'ardoise, de schiste argileux, de grauwacke, de grès, de brèches, de poudingues, de poudingues à fragments de roches primitives, désignent, chez M. de Charpentier, des roches semblables à celles auxquelles M. Brochant les a appliqués dans son mémoire sur la Tarentaise.

On pourrait même être tenté de croire que M. Brochant, qui connaissait lui-même depuis longtemps les environs de Bex, les a eus en vue lorsqu'il a dit, page 361 : « Ces poudingues primitifs, » qui accompagnent l'anthracite, se distinguent essentiellement » de toutes les autres roches arénacées, et il est facile de les recon-

(1) *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées*, par J. de Charpentier, directeur des mines du canton de Vaud, 1823, préface, p. xi.

» naître dans d'autres endroits, où ils se trouvent sans aucune
» couche d'anhracite (1). »

Ce qu'il y a de certain, c'est que M. Brochant, à la fin de son mémoire sur la Tarentaise, a mené, comme par la main, son lecteur jusqu'aux environs de Bex, en le conduisant successivement par le revers occidental et par le revers oriental du Mont-Blanc. Il dit, en effet, page 367 :

» En sortant de la Tarentaise par le col du Bonhomme, on
» trouve encore, pendant quelque temps, dans la vallée de Mont-
» joye, des calcaires grenus ; ils alternent avec des schistes mica-
» cés et des ardoises : On n'y a pas observé de poudingues en
» place, mais on en rencontre des fragments jusqu'au bas de la
» vallée. » (Voy. Saussure, § 748.)

« Dans celle de Chamounix, le granite, le gneiss dominant ;
» mais ils ne constituent que les sommités. Les bases des mon-
» tagnes sont d'une autre nature de roches qui sont appliquées
» contre les premières. Le calcaire grenu s'y rencontre quelque-
» fois ; il est très quartzeux, et alterne avec les mêmes roches que
» dans la vallée de Montjoye. (Voy. Saussure, § 709, 711.)

» A la Tête-Noire, on observe du cipolin ou calcaire grenu tal-
» queux adhérent à des schistes micacés effervescents. (Voy. Saus-
» sure, § 702.) Plus loin, à Valorsine, ce même calcaire alterne
» avec des ardoises, des quartz, que Saussure appelle des grès
» comme ceux du Bonhomme (§ 20), et il incline sur des pou-
» dingues à fragments primitifs, disposition qui confirme ce que
» nous avons avancé, que ce dernier terrain s'est formé en même
» temps que le calcaire. L'exemple suivant nous en fournira une
» nouvelle preuve. Ces poudingues de Valorsine sont semblables
» à ceux de la Tarentaise. Ils sont célèbres parmi les géologues en
» ce que leur disposition en couches à peu près verticales a servi
» de preuve à Saussure pour démontrer la nécessité d'admettre la
» formation des roches en couches horizontales et leur relèvement
» postérieur, quelle qu'en soit la cause. Nous avons vu qu'il y a
» dans la Tarentaise beaucoup d'autres poudingues en couches
» verticales. (Voy. Saussure, § 694.)

» A Martigny et à Saint-Maurice, dans le Bas-Valais, on trouve

(1) *Observations géologiques sur des terrains de transition qui se rencontrent dans la Tarentaise et autres parties de la chaîne des Alpes*, mémoire lu par extrait à la classe des sciences de l'Institut, en mars 1807, par M. Brochant (*Journal des mines*, t. XXIII, p. 361, 1808).

» également le calcaire micacé, et entre ses bancs on observe à la
 » fois des couches de *pétrosilex*, de roches feldspathiques, et des
 » ardoises, des grès, des poudingues à fragments primitifs.
 » (Voy. Saussure, § 1044 à 1049, et surtout 1065.) Il est vrai que
 » l'intervalle occupé par toutes ces roches, entre les deux extré-
 » mités où le calcaire se rencontre, est assez considérable, mais la
 » régularité des couches, leur direction constante, leur disposition
 » approchant de la verticale, ne permettent pas de douter que
 » toutes n'appartiennent à la même formation. On peut, d'ailleurs,
 » ici observer cette succession de couches des deux côtés du Rhône.
 » (Voy. Saussure, § 1076.)

» Il se trouve une circonstance remarquable, c'est que dans tous
 » les lieux que nous venons de décrire, les couches sont à peu
 » près verticales et se dirigent presque généralement du sud-ouest
 » au nord-est, et que la ligne que nous venons de suivre a égale-
 » ment cette direction. Il semble que toutes ces montagnes et
 » celles de la Tarentaise ne soient que le prolongement des
 » couches d'un même terrain (1). »

M. Brochant ajoute ensuite, p. 368 : « En passant de la Taren-
 » taise en Piémont par le col de la Seigne, on rencontre dans
 » l'Allée-Blanche le calcaire grenu micacé alternant avec les ar-
 » doises, les quartz ou grès micacés, et la brèche calcaire aplatie
 » que nous avons déjà décrite ci-dessus, § 7 et 11 (Voy. Saussure,
 » § 850 à 857). J'y ai trouvé aussi du *pétrosilex* talqueux analogue
 » à celui de Martigoy ; mais il constituait une masse isolée, et il
 » est difficile de prononcer si elle appartient à la même for-
 » mation.

» Dans la vallée de la Thuile, qui conduit de la Tarentaise en
 » Piémont par le petit Saint-Bernard, le même calcaire grenu
 » alterne avec des quartz et des schistes micacés souvent en couches
 » très minces. Ce genre de terrain s'étend dans la vallée d'Aoste
 » jusqu'àuprès de Livrogne. On trouve près du village de la
 » Thuile beaucoup de blocs de poudingues à fragments primitifs.
 » (Voy. Saussure, § 2233.)

» Au Gramont, qui sépare l'Allée-Blanche de la Thuile, les
 » quartz, les poudingues calcaires se trouvent avec le calcaire tal-
 » queux (Voy. Saussure, § 906 à 915).

» Dans la vallée de Ferret, qui est comme le prolongement de
 » l'Allée-Blanche, c'est encore le même calcaire, les mêmes ar-

(1) Brochant, *loc. cit.*, p. 367

» doises; mais ici ces roches sont, comme à Chamounix, appliquées
 » aux granites. (Voy. Saussure, § 872.) (1).

» Au grand Saint-Bernard, les calcaires micacés se rencontrent
 » avec les quartz.

» Dans toute la vallée qui descend du grand Saint-Bernard en
 » Valais, on observe encore des calcaires micacés, des ardoises et
 » des quartz micacés (Voy. Saussure, § 1022, 1025) (2). »

Il existe au Saint-Bernard et en Valais divers dépôts d'an-
 thracite; plusieurs ont été exploités. « Je n'en connais, dit M. Bro-
 » chant, qu'un seul exemple, c'est en Valais, au lieu dit *la Chan-*
 » *doline*, auprès de Sion. J'observai cet anthracite en 1797... (3). »

En 1830, la mine d'antracite de Bramois, près de Sion, était
 exploitée avec une certaine activité.

M. Brochant et M. de Charpentier, après avoir si bien étudié les
 terrains de la Tarentaise et de Bex, ne les ont cependant pas iden-
 tifiés, et ils se sont même accordés, lors des publications dont
 nous parlons ici, à regarder le terrain de Bex comme un peu plus
 moderne que celui de la Tarentaise; mais il est facile aujourd'hui
 de comprendre à quel genre de considérations ils avaient fait cette
 concession.

On a pu remarquer dans les pages transcrites ci-dessus
 comment M. Brochant, en suivant le terrain de la Tarentaise
 dans la vallée d'Aoste, s'arrête à Livrogne. Voici maintenant
 comment il s'exprime (p. 374) sur les terrains qu'on rencontre
 en descendant plus bas dans la même vallée : « ... Si l'on se
 » transporte au Saint-Gothard, et que de là on observe la
 » nature des montagnes jusqu'au Saint-Bernard, on trouve
 » partout un terrain qui paraît primitif; mais, ce qui est très
 » remarquable, c'est que ce terrain a constamment des rapports
 » frappants avec le terrain de transition que nous avons dé-
 » crit. Partout on y rencontre du calcaire micacé ou talqueux
 » plus ou moins mélangé de quartz, alternant avec des schistes
 » micacés, des quartz en masse, des serpentines, associations que
 » nous avons observées dans la Tarentaise. On y retrouve les

(1) Dans la vallée de Chamounix, au-dessus des Ouches, les roches
 primitives schisteuses reposent sur des couches secondaires, et dans
 la vallée de Ferret, la protogine du Mont-Blanc repose sur les cal-
 caires schisteux, au haut du mont Fruitier (ou Frety), qui est comme
 une reproduction du puy Vachier, près du village d'Areine. M. Forbes
 a observé de son côté ces deux superpositions. E. de B.

(2) Brochant, *loc. cit.*, p. 368.

(3) Brochant, *loc. cit.*, p. 370.

» mêmes variations, les mêmes accidents... ; et l'on suit ce même
 » terrain dans la vallée d'Aoste jusque près de Livrogne, où il se
 » réunit insensiblement avec celui de la Tarentaise, comme nous
 » l'avons déjà dit, sans aucune interruption marquée et sans un
 » dérangement notable de stratification, ce qui est cependant très
 » ordinaire d'un terrain à un autre... Malgré ces rapprochements,
 » je suis bien éloigné de vouloir avancer que toutes ces montagnes
 » appartiennent, comme celles de la Tarentaise, aux terrains de
 » transition. Il faudrait y avoir rencontré des couches de poudin-
 » gues déterminés, des anthracites avec empreintes végétales,
 » roches qui seules peuvent caractériser un terrain de transition ;
 » mais c'est ce qu'on n'a pas encore observé jusqu'ici... Mais si
 » l'on ne peut pas, d'après ces nombreuses analogies qui rappro-
 » chent le terrain de transition de la Tarentaise des terrains pri-
 » mitifs des Alpes, prononcer que ces derniers appartiennent aux
 » terrains de transition, peut-être voudrait-on, au contraire, en
 » conclure que le terrain de la Tarentaise est aussi un terrain pri-
 » mitif. Il m'est impossible d'admettre cette opinion, à moins qu'on
 » ne parvienne à prouver que les poudingues que j'ai cités ne sont
 » pas des poudingues ; que les empreintes végétales trouvées dans
 » les anthracites ne sont pas réellement des empreintes végétales,
 » ou que les associations de ces roches avec les autres que j'ai dé-
 » crites, associations dont j'ai cité tant d'exemples, soit d'après
 » mes propres recherches, soit d'après Saussure, ont été mal
 » observées.

» Que faut-il donc conclure de tous ces faits, sinon qu'il y a eu,
 » pour ainsi dire, continuité entre la formation des terrains primi-
 » tifs de cette partie des Alpes et celle des terrains de transition de
 » la même chaîne ; que ce dernier terrain n'en est pas moins un
 » terrain de transition, puisqu'il présente les caractères essentiels
 » qui distinguent ce terrain des primitifs ; que, dans le dépôt de
 » ces terrains primitifs des Alpes, le calcaire grenu, micacé ou
 » talqueux, le schiste micacé, le schiste argileux ont été très
 » abondants, mais que la formation de ces roches n'a pas cessé
 » tout à coup à l'époque où les terrains de transition ont com-
 » mencé à se déposer ; qu'elles y ont été encore très abondantes,
 » et qu'elles n'y ont reçu que peu à peu et partiellement les diffé-
 » rentes modifications qui servent à les distinguer de leurs ana-
 » logues dans l'autre terrain, modifications qui consistent en ce
 » que, dans le terrain de transition, ces roches ne sont plus, comme
 » dans le terrain primitif, associées à des minéraux, à des couches
 » exclusivement primitives, mais, qu'au contraire, elles s'y trouvent

» unies à des couches de transport et à d'autres mélangées de
» débris végétaux.

» Dès lors, il est facile de classer ces roches, ayant les caractères
» des primitives qui se rencontrent dans la même contrée, dans
» le voisinage des roches de transition déterminées. Sans être
» immédiatement associées avec elles, sans doute il est possible
» qu'il y en ait parmi elles qui soient réellement primitives ; mais
» comme ces roches sont au moins très rapprochées des roches de
» transition déterminées, qu'elles ont les mêmes caractères de
» stratification, et qu'on trouve leurs analogues au milieu d'elles,
» on peut également les considérer toutes comme faisant partie du
» même terrain. L'erreur qui en résultera sera de peu d'importance,
» puisqu'il n'y a pas une limite déterminée entre les deux
» terrains ; d'ailleurs, si ces roches n'appartiennent pas aux terrains
» de transition, elles sont au moins les derniers dépôts des primitifs (1). » Et il dit un peu plus loin, page 378 : « Si l'on
» voulait déduire toutes les conséquences qu'entraîne cette conclusion,
» on serait forcé d'admettre que les *terrains primitifs des Alpes*, depuis le mont Cenis jusqu'à Saint-Gothard, sont les
» moins anciens de tous les terrains primitifs (2). » Enfin, il ajoute dans son résumé, page 380 : « Ces terrains de transition des
» Alpes paraissent être les plus anciens de tous les terrains de
» transition (3). »

Il est aisé de comprendre, d'après le rapprochement de ces divers passages, que c'est en quelque sorte malgré lui que M. Brochant a consenti à voir trois terrains, le terrain primitif, le terrain de transition de la Tarentaise et le terrain de transition des environs de Bex, dans un ensemble de couches dont la continuité l'avait frappé. Il n'a fait cette concession qu'en raison de certaines différences d'état cristallin dues à des phénomènes métamorphiques dont il n'avait pas encore la clef. Si l'on hésitait à expliquer ainsi la marche embarrassée de quelques parties de sa rédaction, on serait ramené à cette interprétation par un examen attentif de son remarquable mémoire sur les terrains de gypse ancien des Alpes (4).

Dans ce mémoire, M. Brochant discutait trois principaux gise-

(1) Brochant, *loc. cit.*, p. 374.

(2) Brochant, *loc. cit.*, p. 378.

(3) Brochant, *loc. cit.*, p. 380.

(4) *Observations sur les terrains de gypse ancien qui se rencontrent dans les Alpes, etc.*, par M. Brochant de Villiers, lues à l'Acad-

ments attribués aux gypses qui s'observent dans les Alpes de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, et frappé sans doute de l'opposition qui existait entre l'uniformité des apparences de tous ces gypses et la complication des suppositions proposées au sujet de leur gisement, il disait dès le début :

« Sans doute, il n'eût peut-être pas été tout à fait absurde d'admettre à la fois, dans ces gypses des Alpes, du gypse primitif, du gypse de transition, et en même temps un autre gypse, toujours fort ancien, mais de formation postérieure, et, en effet, les deux premières divisions ont été reconnues généralement.

» Mais j'avais vu des échantillons de tous ces gypses, et, en les comparant entre eux, je leur avais trouvé tant de ressemblance, tant de rapports, et, si l'on peut employer cette expression, un *air de famille si frappant*, que je ne pouvais me résoudre à leur attribuer des origines différentes ; d'un autre côté, il m'était impossible d'accorder les idées de formation primitive, qui étaient attribuées à plusieurs d'entre eux, avec les caractères géologiques que me présentait celui de la Tarentaise (1). »

Ces idées de formation primitive parurent cependant prévaloir très peu d'années après la publication du mémoire de M. Brochant. Les observations faites en 1822 par M. Victor Jacquemont sur le gypse du val Canaria parurent contredire celles de M. Brochant, et elles prouvèrent sans réplique que ce gypse est primitif au même degré que les calcaires schisteux cristallins et les schistes micacés auxquels, ainsi qu'on vient de le voir, M. Brochant n'osait pas refuser le titre de primitifs, malgré les rapports qu'il signalait entre eux et le terrain de transition de la Tarentaise.

M. Brochant avait, en effet, constaté que le gypse qu'on observe dans le fond du val Canaria ne se continue pas entre les couches du micaschiste. « Il était, disait-il (2), évident que si le gypse du bas était de la même formation que le schiste micacé, je devais, en parcourant toutes les tranches des sommités, en rencontrer au moins quelqu'une de gypse.

» A cet effet, je commençai par rétrograder à la partie antérieure de la montagne, sur la vallée Lévantine, et je parcourus pendant trois heures toute la crête en remontant la vallée. Ce fut en vain que je cherchai le gypse ; il n'y en avait pas la

démie royale des sciences le 11 mars 1816 (*Annales des mines*, 4^e sér., t. II, p. 257, 1817).

(1) Brochant, *loc. cit.*, p. 268.

(2) Brochant, *loc. cit.*, p. 292.

» moindre trace. Je crus un moment l'avoir rencontré en obser-
 » vant de loin une couche d'un blanc assez pur, mais l'ayant
 » observée, je reconnus qu'elle était formée d'une dolomie décom-
 » posée. »

M. Brochant avait conclu de là que le gypse du val Canaria devait s'être déposé dans le fond de la vallée actuelle déjà en partie façonnée et sur les tranches des calcaires et des schistes cristallins qui constituent les montagnes dont elle est entourée, mais M. Victor Jacquemont, qui visita le val Canaria en 1822, neuf ans après M. Brochant, s'étant attaché à étudier l'entrée de la vallée où cette superposition aurait dû s'observer, y trouva diamétralement le contraire de ce que M. Brochant avait supposé. Il décrit ainsi ses observations dans une *Note sur le gisement du gypse dans les Alpes* qu'il a lue à la Société d'histoire naturelle de Paris le 4 juillet 1823 :

« A l'entrée du vallon (*le val Canaria*) et sur sa rive droite, on
 » voit des couches d'un calcaire jaunâtre, saccharoïde et micacé,
 » qui alternent avec celles du gypse. Plus rares et plus minces
 » dans sa partie inférieure, elles deviennent plus épaisses et plus
 » nombreuses dans la partie supérieure, et, enfin, c'est une de ces
 » couches calcaires très puissantes qui recouvre toute sa masse.

» Ces couches calcaires et gypsenses, comme celles des terrains
 » environnants, sont dirigées de N.-E. au S.-O. et généralement
 » inclinées au N. (1). »

M. de Collegno a reconnu, douze ans plus tard, que les couches superposées immédiatement au gypse, et décrites par M. Victor Jacquemont comme des calcaires cristallins, sont en fait une vraie dolomie analogue à celle du Saint-Gothard et à celle que M. Brochant avait rencontrée sur les crêtes où il cherchait les gypses; mais, en 1823 (2), M. Brochant et M. Victor Jacquemont n'étaient familiers ni l'un ni l'autre avec l'idée de l'origine métamorphique

(1) Victor Jacquemont, *Note sur le gisement du gypse dans les Alpes* (*Annales des sciences naturelles*, t. III, p. 92, 1824).

(2) Cette date n'est pas indifférente. Les idées de M. de Buch, sur l'origine des dolomies, ont été publiées en français pour la première fois dans le cahier des *Annales de chimie et de physique* (*) pour le mois de juillet 1823, dans un *Lettre de M. Léopold de Buch à M. A. de Humboldt renfermant un tableau géologique de la partie méridionale du Tyrol*. Un premier mémoire de M. de Buch, sur le même sujet, avait paru en allemand dans le *Messenger du Tyrol* (Tyroler Bothe) du 26 juillet 1822.

(*) *Annales de chimie et de physique*, par MM. Gay-Lussac et Arago, t. XXIII, p. 276.

de tous les gypses alpins. Ils ne pouvaient savoir que les gypses et les calcaires cristallins du val Canaria sont, les uns comme les autres, le prolongement métamorphosé des calcaires schisteux à Bélemnites du col des Nufenen (1), circonstance qui permet de concevoir en même temps comment M. Victor Jacquemont a trouvé les gypses du val Canaria intercalés dans les calcaires cristallins; comment M. Brochant n'a pas retrouvé plus loin, à l'E., ces gypses dont l'existence, comme celle de tous les gypses épi-gènes, est toujours assez circonscrite, et a trouvé à leur place des dolomies; comment, en un mot, M. Victor Jacquemont et M. Brochant avaient très bien observé chacun de leur côté, et ne s'étaient trompés que dans la supposition que leurs observations étaient contradictoires entre elles.

On peut dire la même chose au sujet des observations d'après lesquelles M. Daubuisson avait cru devoir placer le gypse de Cogné dans les terrains primitifs (2). Ce gypse se trouve en effet intercalé dans des couches auxquelles le métamorphisme a donné des caractères qu'on attribuait exclusivement autrefois aux roches primitives, mais que M. Brochant, comme on l'a vu ci-dessus, n'avait abandonnées au domaine des terrains primitifs qu'avec une sorte de répugnance.

« Le gypse (de Cogné) est exploité, dit M. Brochant, page 288, » sur une épaisseur de 2/3 de mètre, mais on n'a pas découvert le » mur de la couche. Le toit est un calcaire un peu saccharoïde » gris-bleuâtre, très schisteux par un mélange de tolas. Parmi les » débris qui couvrent la pente, on rencontre d'abord beaucoup de » calcaire schisteux, et aussi de nombreux fragments de quartz un » peu micacé. On a tout lieu de présumer que le calcaire schisteux » du toit contient des veines quartzeuses. »

Le gisement de ce gypse de Cogné ressemble comme on voit, trait pour trait, à celui du val Canaria, tel que M. Victor Jacquemont le décrit, et l'on peut considérer ses observations sur le dernier, et celles de M. Daubuisson sur le premier, comme se confirmant mutuellement.

M. Brochant cherche cependant, dans son Mémoire, à prouver que le gypse de Cogné doit être rangé dans les terrains de transi-

(1) Voyez le mémoire de M. de Collegno, intitulé: *Notes sur quelques points des Alpes suisses* (Bull. de la Soc. géol. de France, 4^{re} sér., t. VI, p. 406, 49 janvier 1835).

(2) Daubuisson, *Journal des mines*, n° 428, t. XXII, p. 464, 1807.

tion ; mais, si la considération de l'état métamorphique de toutes ces roches n'était pas venue mettre fin à la discussion, il aurait été, je crois, assez difficile de défendre l'opinion de M. Brochant contre celle de M. Daubuisson, en présence des observations faites au val Canaria par M. Victor Jacquemont. Et cependant ces mêmes considérations sur l'état métamorphique d'une partie des roches de ces contrées ont confirmé les rapports signalés par M. Brochant entre le gypse de Cogné et les gypses de Saint-Léonard et de Brigg, sur lesquels il s'exprime de la manière suivante, page 287 :

Gypse de Brigg (en Valais). — « Ce gypse est recouvert par un » calcaire saccharoïde gris-blanchâtre, schisteux et mêlé de mica. » Sur ce calcaire, on en voit un autre beaucoup plus coloré, puis » un schiste noirâtre, tacheté, effervescent, et enfin, un autre » schiste, également effervescent, mais bien plus foncé en couleur, » micacé, à paillettes isolées, et tout à fait semblable aux schistes » qui accompagnent l'antracite, le tout dans une épaisseur de » quelques mètres (1). »

Gypse de Saint-Léonard (en Valais). — « Je ne trouvai pas une » stratification assez régulière pour observer le gisement d'une » manière décisive ; mais je fus frappé de la présence de l'antra- » cite et du schiste argileux noir qui l'accompagne, au milieu du » gypse, et en même temps de roches calcaires, ayant cette struc- » ture arénacée, vraie ou apparente, si habituelle dans le terrain » de la Tarentaise.

» L'irrégularité de cette association, qu'on pouvait rapporter à » un éboulement, ne me permettait pas d'assigner avec certitude » une même formation à toutes ces roches ; cependant, elle me » présentait déjà un rapprochement bien frappant avec le gypse de » la Tarentaise et celui de l'Allée-Blanche, qui existent dans des » vallées à anthracite et qui avoisinent un calcaire tout à fait » analogue.

» Mes conjectures étaient fortifiées par ce que j'avais observé la » veille sur le gypse de Brigg, dont je parlerai tout à l'heure, et » qui présentait un gisement assez semblable avec une évidence » complète, et de plus je savais que plusieurs géologues avaient » rapporté ce gypse de Saint-Léonard aux terrains de transition, » en sorte que je ne crus pas nécessaire de m'y arrêter.

» Enfin, ce qui n'était alors qu'une conjecture est devenu depuis » une certitude, M. Lardy, qui a observé dans les hauteurs le

(1) Brochant, *loc. cit.*, p. 287.

» gypse de Saint-Léonard, ayant reconnu qu'il est évidemment
 » associé au schiste argileux de transition (1). »

Au fond, rien n'est plus naturel que la similitude de gisement qu'on peut maintenant apercevoir entre les gypses du val Canaria, de Cogne, de Brigg et de Saint-Léonard, et ce résultat si simple serait au besoin une confirmation de l'hypothèse métamorphique, en montrant une fois de plus à quel point elle simplifie l'explication des apparences quelquefois compliquées que présente la géologie des Alpes. Les gypses de Saint-Léonard, de Brigg et du val Canaria sont compris avec les dolomies du Saint-Gothard dans cette bande de schistes et de calcaires schistoux à Bélemnites, qui, passant au col des Nufenen, peut être suivie depuis Saint-Léonard, Pfynn et Tourtemagne en Valais jusqu'au val Canaria et au delà, dans le canton des Grisons, et dont certaines parties seulement ont été métamorphosées en gypses et en dolomies, ainsi que M. de Collegno l'a indiqué avec autant de clarté que de précision dans l'excellent Mémoire déjà cité plus haut (2).

Aux yeux de M. Brochant, les gypses du Valais tenaient de près à celui de Bex, car, après avoir décrit le gypse de Bex entre celui de Saint-Léonard et celui de Brigg, il dit dans le résumé de son Mémoire, page 296 : « Plusieurs gypses des Alpes forment des
 » couches dans un terrain de transition déterminé.

» Les couches auxquelles ces gypses sont associés sont le calcaire et le schiste argileux, qui représente ici le terrain de granwacke ou d'anthracite.

» Les gypses de Cogne, de Brigg, de Saint-Léonard et de Bex appartiennent à cette classe (3). »

M. Brochant croyait cependant devoir regarder comme un peu moins ancien que les autres le terrain dans lequel se trouve le gypse de Bex, car il dit dans le corps du Mémoire, page 286 : « le gypse forme là des couches dans un calcaire argileux, et
 » l'un et l'autre font partie d'un terrain de transition.

» Le calcaire argileux renferme quelques couches d'une espèce de granwacke schisteuse, et il y a de l'anthracite dans les parties supérieures.

» Néanmoins, plusieurs caractères me font présumer que ce

(1) Brochant, *loc. cit.*, p. 285.

(2) Provana de Collegno, *loc. cit.* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 1^{re} sér., t. VI, p. 106, séance du 19 janvier 1833).

(3) Brochant, *loc. cit.*, p. 296.

» terrain de transition est un peu plus moderne que celui de la
 » Tarentaise (1). »

Or, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, les caractères dont parle ici M. Brochant ne sont autres que ceux que les couches de la Tarentaise, de la vallée d'Aoste, du Valais, etc., doivent aux phénomènes métamorphiques qui n'ont agi près de Bex qu'avec une énergie beaucoup moindre.

M. de Charpentier, en indiquant, comme on l'a vu ci-dessus, des parties charbonneuses et même de l'anthracite dans le terrain des environs de Bex, et notamment dans le gypse, a fourni indirectement un nouveau rapport entre les deux terrains. M. Brochant, qui a souvent insisté sur le rapprochement des masses de gypse et des terrains d'anthracite, avait lui-même signalé la présence de l'anthracite dans le gypse. « Je pourrais, dit-il, en dressant la liste des substances minérales disséminées dans le gypse, indiquer encore l'*anthracite*, dont on trouve quelques traces dans le gypse de Brides, auprès de Montiers; mais on ne peut tirer de cet exemple une conséquence bien positive sur l'identité de gisement du gypse et de l'anthracite, cette substance ne s'y trouvant qu'en petites veines excessivement minces, entre les feuillettes de gypse, dans les parties voisines de la surface, ce qui peut faire présumer qu'elle y a été déposée postérieurement par des filtrations provenant des eaux du terrain supérieur, qui renferme de grands amas d'anthracite.

« On verra plus bas que j'ai obtenu des données plus probables sur l'existence de ce gypse des Alpes, et de l'anthracite dans le même terrain (2). »

M. Brochant fait allusion ici, entre autres choses, aux gypses de Saint-Léonard et de Brigg, relativement auxquels le temps a validé de plus en plus ses observations citées plus haut. Si l'on y joint celles de M. de Charpentier sur la présence de l'anthracite dans le gypse de Bex, on verra que les conséquences que M. Brochant hésitait à tirer de la présence de lamelles d'anthracite dans le gypse de Brides pourraient devenir plus positives qu'il ne le pensait lui-même. L'anthracite, renfermé également dans le gypse de Brides en Tarentaise, dans celui de Bex, et associé à ceux de Brigg et de Saint-Léonard en Valais, constitue un nouveau trait de ressemblance à joindre à tous ceux qui leur donnent cet air de famille si frappant que M. Brochant a justement signalé.

(1) Brochant, *loc. cit.*, p. 286.

(2) Brochant, *loc. cit.*, p. 277.

Le gypse n'étant qu'un calcaire à l'état métamorphique, l'anthracite trouvé dans le gypse de Brides confirme la liaison intime signalée par M. Brochant entre le terrain calcaire et le terrain à anthracite de la Tarentaise, au sujet desquels il disait, page 361 : « Le terrain calcaire et le terrain d'anthracite appartiennent à une » même formation, dont cependant les dépôts les plus anciens » renferment une plus grande abondance de calcaire (1). »

L'anthracite trouvé dans le gypse de Bex confirme, d'une autre part, l'identité des grauwackes et des poudingues signalés dans le gypse de Bex et dans le calcaire adjacent avec les poudingues et les grauwackes du terrain à anthracite de la Tarentaise, et ramène naturellement à l'idée de voir dans ces dernières roches intercalées en assises peu épaisses dans le terrain de Bex les pointes amincies des masses beaucoup plus considérables qu'elles forment dans la Tarentaise.

Cette idée serait renfermée au moins implicitement dans les mémoires de M. Brochant et de M. de Charpentier, si M. Brochant s'en était tenu à l'impression générale que lui avaient laissée les observations stratigraphiques, et s'il n'avait pas cédé, quoique avec un regret marqué, à ce qui lui paraissait une nécessité, en désignant comme primitives les couches les plus cristallines de la vallée d'Aoste ; en même temps qu'il regardait comme d'une époque de transition très ancienne les roches de la Tarentaise, souvent revêtues aussi d'un aspect cristallin, et, comme d'une époque de transition plus moderne, les roches beaucoup moins cristallines des environs de Bex.

Dans son mémoire sur les terrains de gypse ancien, M. Brochant a discuté trois positions possibles de ces gypses, et il a dit que : « Sans doute il ne serait pas tout à fait absurde d'ad- » mettre à la fois, dans ces gypses des Alpes, du gypse primitif, du » gypse de transition, et en même temps un autre gypse, toujours » fort ancien, mais de formation postérieure. » Or, après un pareil début (*il ne serait peut-être pas tout à fait absurde d'admettre*) on pourrait difficilement soutenir qu'il ait beaucoup préconisé cette triple division.

C'est donc, sans le contredire en rien de ce qui formait l'essence de son travail, que l'explication par voie métamorphique de l'origine des gypses alpins, en jetant un jour tout nouveau sur les formes et le gisement de ces gypses, a fait disparaître à la fois, de la science, la première et la troisième des classes de gypses

(1) Brochant, *Journal des mines*, t. XXIII, p. 362.

dont M. Brochant discutait la position, savoir : les gypses primitifs dont j'ai parlé ci-dessus, et les gypses supposés avoir été déposés dans des bassins circonscrits, dont aucun géologue n'a plus parlé depuis vingt-cinq ans. Cette explication n'a laissé subsister dans la science que la classe intermédiaire, celle des gypses qui sont intercalés dans le terrain qui les environne.

« Peut-être, disait M. Brochant à la fin de son mémoire, page 300, » peut-être les circonstances me mettront-elles en état de présenter » quelque jour de nouveaux faits; je serais étonné s'ils m'aue- » naient, je ne dis pas à modifier, mais à contredire les opi- » nions que je viens de mettre en avant (1). » Or, il est arrivé que la partie principale de ses opinions, celle qui se rapportait aux gypses intercalés dans le terrain qui les environne (les seuls sur lesquels il ait fait des observations et donné des conclusions précises), a, pour ainsi dire, absorbé tout le reste. Elle n'a été modifiée qu'en ce que les masses gypseuses ont cessé d'être regardées comme devant être généralement des couches étendues, pour être considérées comme des masses naturellement assez circonscrites, et, en même temps, elle a été agrandie de manière à comprendre dans une même famille, suivant l'expression de M. Brochant, non-seulement tous les gypses des Alpes de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, mais encore ceux du Tyrol et du pays de Saltzbourg, auxquels il ne faisait allusion que d'une manière éloignée, et, en général, tous ceux que l'on peut suivre de proche en proche, depuis les bords de la Méditerranée, à Nice et à Roquevaire, jusqu'en Tarentaise, et depuis la Tarentaise jusque dans les Alpes autrichiennes.

Depuis que je me suis familiarisé moi-même avec la simplicité que l'hypothèse métamorphique donne à la considération de tous ces gypses si semblables entre eux, cette simplicité a donné, à mes yeux, à l'hypothèse métamorphique, le caractère de l'évidence.

Mais ce caractère d'évidence ne s'arrête pas aux gypses, aux cargneules, aux dolomies, et aux autres roches qui les accompagnent, il s'étend également, et avec une égale puissance, aux calcaires grenus micacés et talqueux, aux quartz micacés et talqueux, et aux autres roches plus ou moins cristallines qui, d'après les idées du temps, avaient conduit M. Brochant à diviser malgré lui un terrain continu en un terrain primitif plus moderne que tous les autres, un terrain de transition plus ancien que tous les

(1) Brochant, *Annales des mines*, t. II, p. 300.

autres, et formant avec le terrain primitif une série non interrompue, et un autre terrain de transition plus moderne. La théorie métamorphique est venue briser toutes les entraves qui avaient si visiblement gêné M. Brochant, et, de même qu'elle n'a laissé subsister dans ces contrées qu'*un seul gypse*, celui de Bex, elle a permis de réunir aussi presque toutes les roches stratifiées dans lesquelles ces gypses sont intercalés en *une seule formation sédimentaire, celle des environs de Bex*, où se trouvent réunis, de la manière la moins équivoque toutes les assises qui se développent inégalement dans le reste des contrées à gypses et à roches métamorphiques d'autres espèces. Et ce n'est pas à mes yeux une des moindres sanctions de cette théorie que l'avantage qu'elle a eu de faire concevoir comment des observations faites par d'aussi bons observateurs et discutées par d'aussi bons esprits que M. Brochant, M. Daubuisson et M. Victor Jacquemont, après leur avoir paru à eux-mêmes contradictoires entre elles, se trouvent aujourd'hui parfaitement d'accord, et peuvent être, en quelque sorte, *restaurées* de manière à être employées concurremment avec les observations modernes. Elles ont même, sur les observations modernes, l'avantage d'avoir nécessairement été faites sans aucune préoccupation concernant les discussions qui ne se sont élevées que longtemps après leur publication.

J'ai été bien aise de faire voir que des documents, tous imprimés depuis longues années, suffisent pour montrer que les assises épaisses de grès à anthracite de la Maurienne et de la Tarentaise peuvent être suivies de proche en proche jusqu'aux bords du Drac et aux bords du Rhône, et qu'elles s'y terminent en s'amincissant au milieu de terrains dont l'âge jurassique n'est plus contesté; mais la digression, un peu longue peut-être, à laquelle j'ai été conduit pour montrer que ce fait peut être constaté aux environs de Bex, comme à l'autre extrémité de la zone anthracifère, près de Champoléon, a mis en évidence une troisième constatation du même fait non moins certaine, et d'un énoncé beaucoup plus facile.

La description que M. Brochant donne en quelques lignes, transcrites ci-dessus, du gypse de Saint-Léonard et du terrain qui le renferme, permettent d'y reconnaître avec évidence le terrain de la Tarentaise avec ses anthracites. Ce terrain, situé à la base du flanc septentrional du Valais, est certainement le même que celui qui, dans le flanc méridional du Valais, et presque en face de Saint-Léonard, contient les mines d'anthracite de la Chandoline et de Bramois; et le doute, à cet égard, est d'autant plus impossible

qu'un peu au-dessous, à Sion même, le calcaire traverse visiblement la vallée, et établit la continuité entre ses deux flancs. Or, le terrain principalement calcaire du flanc septentrional du Valais n'est autre chose que la prolongation du terrain de Bex, et en même temps de celui des montagnes calcaires du canton de Berne, dans lesquelles on ne connaît pas de couches plus anciennes que les couches jurassiques. C'est donc dans un *calcaire jurassique*, en partie transformé en gypse, que les anthracites de la Tarentaise et du Valais viennent s'insérer à Saint-Léonard.

Maintenant, puisque j'ai été amené à suivre et à analyser les excellentes observations de M. Brochant, qu'il me soit permis de reproduire encore le résumé qu'il en a donné en 1816, dans le préambule de son mémoire sur les terrains de gypse ancien : « Je faisais voir, dit-il page 261, en rappelant son mémoire » de 1807, que toutes les roches de la Tarentaise étaient subor- » données à deux principales, les calcaires et les poudingues ren- » fermant de l'anthracite ; que, par conséquent, il n'y avait dans » cette contrée que deux terrains, le terrain calcaire et le terrain » à anthracite.

» Ce dernier, renfermant des poudingues dont la structure » arénacée était évidente, et en même temps (dans le voisinage de » l'anthracite) des empreintes végétales déterminées, était incon- » testablement de la classe des terrains de transition » (c'est-à-dire n'était pas primitif).

« Le terrain calcaire ne présentait pas des preuves aussi directes. » J'y avais bien observé des poudingues calcaires, mais leur struc- » ture arénacée n'était pas facile à constater. Dans un petit nombre, » il est vrai, elle m'avait paru évidente, et ils avaient été recon- » nus comme poudingues par beaucoup de minéralogistes aux- » quels je les avais montrés, mais les autres étaient regardés » comme très douteux ; du reste, je n'avais pu réussir à trouver, » ni dans ce poudingue ni dans aucune roche calcaire saccharoïde » ou compacte de la même contrée, la moindre trace de corps » organisés.

» Il est vrai que je pouvais réellement me passer de ce carac- » tère décisif ; d'abord le calcaire avait beaucoup de ressemblances » minéralogiques et géologiques avec les calcaires de transition » bien reconnus, observés dans d'autres contrées, ce qui pouvait » déjà au moins me faire conjecturer leur identité, mais ce qui » était bien plus positif, j'avais à produire un grand nombre de » preuves d'alternations bien prononcées entre le terrain calcaire » et le terrain d'anthracite. J'étais donc fondé à conclure que l'un

» et l'autre appartenait à une même formation, à celle des
» terrains de transition.

» Ma preuve principale relative au terrain calcaire était donc
» son alternation avec le terrain à anthracite.

» Cependant ces alternatives, quoique incontestables, n'étaient
» pas appuyées sur des exemples assez évidents et assez faciles à
» observer promptement, pour que les minéralogistes qui ne fai-
» saient que traverser la contrée pussent la vérifier (1). Je désirais
» donc vivement pouvoir découvrir dans les calcaires quelques
» débris de corps organisés, pour ajouter cette dernière preuve à
» mes conclusions, sur lesquelles je n'avais cependant aucune
» espèce de doute.

» Malheureusement les recherches réitérées que j'ai faites
» chaque année, toutes celles que j'ai fait faire jusqu'en 1814 par
» les élèves des mines alors stationnés dans le pays, ont été entiè-
» rement infructueuses.

» Les changements dans les limites de la France m'ayant ôté
» la facilité d'un séjour prolongé dans la Tarentaise, j'avais perdu
» tout espoir de réussir dans mes recherches; j'étais loin de pré-
» voir que ce bonheur m'était réservé à Paris.

» En examinant avec M. Leman différentes variétés de marbres
» polis, celui connu sous le nom de *brèche tarentaise* nous passa
» sous les yeux. M. Leman me dit qu'il connaissait à Paris une
» belle table de ce marbre, renfermant vers son milieu une
» coquille fossile.

» J'allai sur-le-champ voir cette table de marbre, et il ne me
» fut pas difficile de me convaincre au premier coup d'œil de la
» présence d'une coquille, puisque son diamètre moyen est de
» 16 centimètres, et en même temps de reconnaître avec certitude
» que le marbre qui la renferme était bien la brèche tarentaise
» provenant de la carrière de Villette, entre Moutiers et Saint-
» Maurice, ce marbre étant totalement différent de tous les
» marbres connus en Europe.

» Plusieurs personnes ont été voir cette table, et ont reconnu
» comme moi la nature du marbre et l'existence de la coquille.
» Ses caractères paraissent la rapprocher davantage des Nautiles
» que des Ammonites.

» Il n'y a rien d'extraordinaire que cette coquille soit jusqu'ici

(1) La suite de ce volume montrera malheureusement que cette remarque de M. Brochant n'était pas moins exacte que ses observations géologiques.

» unique ; on sait que tous les minéralogistes ont observé que les
 » débris marins étaient généralement assez rares dans les calcaires
 » de transition. Il est d'ailleurs très probable qu'elle en fera
 » découvrir quelques autres (1). »

On verra dans les articles subséquents de ce volume que la prophétie de M. Brochant s'est réalisée, et que de nombreux fossiles, tels que *Bélemnites*, *Peignes*, etc., ont été trouvés depuis lors, tant dans les carrières mêmes de Villette que dans la prolongation du massif calcaire où elles sont exploitées ; seulement tous ces fossiles appartiennent à des espèces jurassiques dont on trouvera les noms plus loin. De plus, ces couches ont été poursuivies de proche en proche jusque dans des contrées où leur âge jurassique n'est pas contesté.

La marche graduelle des raisonnements a été des plus simples, et mérite d'être signalée ici en deux mots.

M. Brochant, après avoir constaté d'une manière certaine, dès 1807, l'alternance et la liaison intime du terrain d'anhracite contenant des empreintes végétales avec le terrain calcaire, s'est servi de cette alternance pour démontrer que le terrain calcaire ne pouvait être maintenu dans les terrains primitifs où on l'avait placé jusqu'à lui. Le fossile qu'il a trouvé dans ce calcaire, quelques années plus tard, a vérifié la justesse de sa première conclusion. Plus tard encore, les fossiles plus nombreux trouvés dans ce même calcaire, joints à l'observation de sa prolongation, ont prouvé que ce calcaire était jurassique, et alors l'alternance, déjà constatée par M. Brochant, a servi à rajeunir à son tour le terrain d'anhracite, comme par un mouvement de *va-et-vient*, et à l'élever au-dessus de l'horizon des terrains de transition, et l'on se tromperait singulièrement si l'on croyait que ce nouveau progrès dans la voie ouverte par lui ait été reçu par M. Brochant comme une contradiction de ses idées.

Le dernier travail publié par M. Brochant sur la géologie des Alpes était intitulé : *Considérations sur la place que doivent occuper les roches granitoïdes du Mont-Blanc et d'autres cimes centrales des Alpes, dans l'ordre d'antériorité des terrains primitifs*. Dans ce travail lu à l'Académie royale des sciences, le 27 mai 1816, M. Brochant faisait voir que les roches granitoïdes du Mont-Blanc, désignées par M. Jurine sous le nom de *Protogynes*, sont loin de surpasser en ancienneté les granites ordinaires, et il y pas-

(1) Brochant, *Annales des mines*, 4^{re} sér., t. II, p. 264-265, 1817.

sait en revue une série de faits et de déductions tendant « à établir » *le peu d'ancienneté relative des prétendus granites du Mont-Blanc* » et des Hautes-Alpes, ainsi que celle des terrains talqueux dont ils » font partie (1). »

Le dernier mot imprimé de M. Brochant sur la géologie des Alpes, publié en 1819, avait donc été un *rajeunissement* des roches primitives elles-mêmes. Il est vrai que bientôt après la théorie du métamorphisme est venue invalider l'argument que M. Brochant tirait de la liaison constatée par lui entre des roches qu'il croyait primitives et d'autres qui étaient évidemment sédimentaires, et qu'en dénouant toutes les entraves qui empêchaient de réunir toutes ces roches dans un terrain décidément secondaire, elle laissait retomber la protogyne et toutes les roches qui lui sont réellement associées dans les profondeurs et l'obscurité des terrains primitifs ; mais bientôt aussi la nécessité de rajeunir l'apparition au jour des protogynes s'est présentée sous une forme nouvelle et non moins énergique que la première. D'après tout ce qui précède, on ne doit pas être surpris qu'en 1830, ayant fait un voyage aux Alpes du Dauphiné dans lequel nous eûmes, M. Dufrenoy, M. Charles d'Orbigny et moi, l'honneur de l'accompagner, et dans lequel il vérifia que, près de la Grave, les protogynes sont superposées au calcaire jurassique, et que les anthracites du col du Chardonnet sont superposés à des calcaires plus récents que le lias des Fréaux, M. Brochant ait bien voulu trouver que ses élèves avaient profité de ses leçons, et que, loin d'avoir détruit ses idées, ils les avaient comprises et développées.

Quelques personnes pourraient avoir l'intention de rendre hommage à la mémoire de M. Brochant, en cherchant à faire revivre cette dénomination de *terrain de transition* qu'il avait employée dans ses mémoires de 1807 et de 1816, mais il y aurait là une erreur de fait contre laquelle il est bon qu'on soit prémuni.

Les trois mémoires de M. Brochant, dont je viens de reproduire différents passages, ont été le résultat des observations faites par lui, par les élèves de l'École des mines alors établie à Moutiers, et par plusieurs ingénieurs des mines, pendant les douze années durant lesquelles M. Brochant a été chaque été professeur la minéralogie et la géologie à Moutiers, de 1802 à 1813 inclusivement ; mais les événements qui, en 1814, ont resserré les limites de la France, et ramené l'École des mines à Paris, n'ont pas complètement interrompu ses recherches. Les élèves de l'École des mines ont conti-

(1) *Annales des mines*, 1^{re} sér., t. IV, p. 283 à 300, 1819.

nué à faire de temps à autre des voyages d'instruction dans leurs anciens parours de la Savoie, avec des itinéraires géologiques rédigés par M. Brochant, et en rédigeant eux-mêmes des journaux de voyage destinés à être lus par leurs professeurs, et particulièrement par M. Brochant, comme à l'époque où il professait à Moutiers. M. Brochant n'a donc pas cessé en 1814, ni en 1816, de s'occuper de la géologie de la Tarentaise.

Du nombre de ces élèves envoyés en Savoie, ont été plusieurs de ceux que M. Brochant a choisis plus tard pour travailler sous sa direction à l'exécution de la carte géologique de la France.

C'est d'après une décision prise par lui après avoir étudié de nouveau la question sur le terrain dans le voyage que j'ai rappelé il y a un instant, que le terrain anthracifère de la Tarentaise a été colorié comme terrain jurassique sur la carte géologique de la France. Il était colorié ainsi, et les limites en étaient déjà gravées sur l'exemplaire de la carte géologique que M. Brochant a présenté à l'Académie des sciences, le 30 novembre 1835. En faisant à l'Académie cette présentation, M. Brochant a lu une *Notice sur la carte géologique générale de la France* (1), dans laquelle il donne l'historique de son exécution et de toutes les recherches qui ont été entreprises pour cet objet, tant par lui-même que par ses collaborateurs, depuis l'époque où il en présenta le plan en 1811; et je mentionne spécialement cette date, pour que le lecteur comprenne bien que les travaux de M. Brochant sur les Alpes ont été réellement le prélude de l'exécution de la carte géologique, où les Alpes sont figurées jusqu'au Saint-Gotthard, et que le tout forme un ensemble dont les parties successives sont connexes entre elles.

Dans la notice que je viens de rappeler, M. Brochant fait allusion à son voyage de 1830, dans la phrase suivante, que je transcris textuellement : « Les cinq campagnes qui suivirent celle » de 1829 furent donc employées en grande partie à ces voyages » en commun (de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont), et M. Brochant de Villiers se joignit à eux, en 1830, dans les Alpes et » dans l'Ardeche. Toutefois, la campagne de 1834 a été abrégée » par un voyage aux volcans de l'Italie... (2). »

Depuis lors, M. Brochant a fait usage de la carte géologique de

(1) *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. I^{er}, p. 423.

(2) *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. I^{er}, p. 427.

la France dans les leçons de géologie qu'il a continué à faire à l'École des mines jusqu'en 1836, et il y a constamment professé les idées nouvelles qu'il avait adoptées, et dont il avait fait figurer et graver l'expression. C'est donc à la coloriation jurassique que le terrain de la Tarentaise a reçu sur la carte géologique de la France, sous la direction de M. Brochant, que demeure finalement attachée l'autorité de son nom.

Mais on a omis d'introduire cette modification dans la classification des plantes fossiles des schistes anthracifères, enregistrées comme de transition dans les travaux basés sur le mémoire de 1807. Ce sont comme des sentinelles perdues que l'on a oublié de relever, et de là l'imbroglie qui a joué un si grand rôle dans les discussions qui se sont élevées au sujet de la Tarentaise.

On lit très peu, de nos jours, et beaucoup de géologues ont cru pouvoir se dispenser de lire les mémoires de M. Brochant, en raison de ce que le nom de terrain de transition qu'il avait donné au terrain de la Tarentaise avait été réformé. Cependant, tous les éléments de l'édifice scientifique élevé par M. Brochant étaient, et demeurent excellents; ils comprennent tout ce que la science géologique a acquis, par suite du séjour de près de quinze années que l'École des mines de France a fait à Moutiers, en Tarentaise, au milieu des parties les plus accidentées des Alpes, dans un pays choisi exprès pour que les ingénieurs s'y formassent à l'étude pratique des montagnes. L'édifice subsiste, et il n'est besoin que d'en changer quelque peu l'ordonnance, et de renouveler une partie des liaisons théoriques en remplaçant, comme M. Brochant l'a fait lui-même dans les dernières années de son enseignement public, les mots *terrain de transition* par les mots *terrain jurassique*, et en ayant égard aux lumières nouvelles qui sont venues éclairer certaines parties de la science, à partir de la publication des idées de M. de Buch sur les dolomies du Tyrol, qui a eu lieu, comme je l'ai rappelé, en 1822 et 1823. Avec les améliorations qu'il y a introduites lui-même dans les dernières années de son enseignement, les mémoires de M. Brochant seraient encore au nombre des meilleurs compléments que l'on puisse joindre aux ouvrages de Saussure, auxquels il s'appliquait constamment à rattacher ses travaux.

Depuis la publication des premiers volumes des voyages de Saussure, c'est-à-dire depuis plus de quatre-vingts ans, on a fait paraître sur le terrain anthracifère de la Tarentaise et des parties adjacentes des Alpes de très nombreux écrits imprimés en différentes langues. Comme il serait assez difficile de les réunir, et que

leur lecture exigerait un temps considérable, j'ai pensé qu'on serait généralement satisfait d'en trouver un extrait dans le *Bulletin de la Société géologique*. J'ai prié en conséquence M. Laugel, d'extraire du savant ouvrage de M. Studer et de traduire en français tout ce qui se rapporte à ce terrain, et, d'après mon invitation, M. Albert Gaudry a bien voulu se charger de la laborieuse tâche de résumer méthodiquement tout ce qui a été publié par d'autres auteurs sur le même sujet.

M. Laugel fait la lecture suivante :

Résumé des études de M. Studer sur les Alpes de l'Oisans,
par M. Laugel.

Les formations sédimentaires qui entourent le groupe granitique et gneissique de l'Oisans sont de différentes espèces. — Sur la limite S. et S.-E., dans la vallée du Beauvoisin, qui s'étend vers Val-Louise, le gneiss est recouvert par une succession puissante de couches peu épaisses et nettement séparées de grès quartzeux verdâtre, qui contient des particules de feldspath blanc, de schistes marneux noirs et de calcaire gris foncé. Aux environs de Val-Louise, ce système de couches renferme une grande quantité de Nummulites, et la formation se continue sans interruption vers la vallée de la Durance, Gap et Embrun. Les marnes oxfordiennes et les calcaires jurassiques qui viennent affleurer semblent être comprimées ou coupées le long de la limite du gneiss.

Sur la limite septentrionale du groupe de l'Oisans, dans la vallée de la Romanche, le gneiss est néanmoins recouvert par des couches jurassiques ou liasiques. Sur les couches presque verticales du gneiss, à Fréaux, repose, en couches presque horizontales, un grès quartzeux blanc, où l'on trouve de la baryte sulfatée, et, par-dessus, une succession puissante de calcaires et de schistes foncés, qui contiennent des Bélemnites, des Pentacrinites, des débris de Crinoïdes et d'autres fossiles jurassiques.

Quand on suit les Alpes à partir du sud, on voit se développer, aux environs du groupe de l'Oisans, en étroite liaison avec le gneiss et le schiste talqueux, une formation qui, à partir de là et sans presque d'interruptions, s'étend jusque dans la Suisse orientale, et qui, sous plusieurs rapports, forme un des traits les plus irréguliers des Alpes. Elle se compose de schistes argileux, en partie rudes au toucher, gris et noirs, de grès noirs, rendus parfois schisteux par le mélange de feuillets de mica argenté, de cou-

glomérats et de brèches qui contiennent des fragments de quartz, de gneiss, de feldspath, de schiste micacé dans une pâte tantôt noire, tantôt rouge, de schiste micacé ou de gneiss. La couleur noire du grès est due à de l'anhracite; cette substance est aussi déposée en nids ou en filets que l'on a pu exploiter en quelques points. Tout cet ensemble est connu sous le nom de *formation anthracifère alpine*. Les schistes argileux renferment assez fréquemment des empreintes de végétaux, surtout de fougères, et leurs espèces sont identiques avec celles que l'on a trouvées dans le terrain carbonifère à Saint-Etienne, en Belgique, en Angleterre et dans d'autres contrées.

Cette formation anthracifère présente une puissance considérable sur la rive gauche de la Durance, près Queyrières et Saint-Martin. Des grès noirs et des conglomérats s'élèvent et forment un escarpement roide : les couches sont stratifiées confusément et plongent en général vers l'E., et l'on exploite l'anhracite. Du haut de cet escarpement tombent sur la route des blocs appartenant à une formation de quartzite superposée au schiste anhraciteux et des fragments de conglomérat rouge, qui ne se distinguent point du *verrucano* qu'on rencontre déjà en Toscane et qu'on peut poursuivre de là, sans interruption, jusqu'aux masses de *verrucano* de la vallée d'Ubaye. Plus haut encore s'élèvent des murailles calcaires qui se rattachent au calcaire de Briançon, et qui, par conséquent, appartiennent au terrain jurassique. Plus près de Briançon, la formation anthracifère passe sur la rive droite de la Durance; des fragments de quartzite recouvrent partout le pied de la montagne, et l'on exploite de l'anhracite à Puy-Ricard.

Dans le haut de la vallée de la Guisane, l'anhracite et le quartzite, avec les empreintes qui caractérisent la formation, sont nettement développés dans les environs du col du Chardonnet, qui conduit du Lauzet à Neuvache. Le haut de la formation est traversé par une grande quantité de filons de spilité qui remplacent probablement la serpentine, qui se présente ailleurs dans une position semblable, et, à son contact, l'anhracite est converti en partie en graphite. L'inclinaison générale est vers le N.-E., et l'on peut à peine douter, d'après cela, que la formation anthracifère ne soit superposée aux schistes verts et noirs et au calcaire, dont les couches puissamment développées et sous une inclinaison semblable, forment le col du Lautaret et toutes les montagnes aux flancs arrondis et traversées par de profondes vallées d'érosion, qui séparent, près de Villard d'Areine et de la Grave, la Romanche de la Tarentaise. Ces calcaires renferment

fréquemment des Bélemnites, plus rarement des Ammonites et des Crinoïdes.

Nous nous trouvons ici déjà, comme il nous arrivera plus tard encore dans les parties plus septentrionales des Alpes, en présence de l'anomalie que présente la position relative de la formation anthracifère, où se rencontrent des plantes de l'époque carbonifère, et de la puissante formation de schiste et de calcaire qui renferme des débris organiques du terrain jurassique et du lias; la formation carbonifère, la plus ancienne en date, se trouve, en effet, au-dessus de la formation jurassique, qui est chronologiquement la plus récente. Si l'on cherche à résoudre cette anomalie, qui semble renverser les fondements de la science, par l'hypothèse de retournements ou de plissements, on se trouve, en continuant à suivre la vallée de la Romanche, arrêté par de puissantes difficultés. Le schiste gris continue à se montrer tout le long de la limite septentrionale du gneiss, à la partie supérieure du versant droit de la vallée; il s'incline vers le N.-E., mais toujours sous des angles très faibles, et s'étend presque horizontalement sur de grandes étendues. On voit néanmoins, le long de la Romanche, un gneiss talqueux indistinctement stratifié, souvent traversé par des filons de granite, et qui se délite en blocs irréguliers. La même chose se voit encore dans la combe de Mallevall et dans les cols étroits qui, à l'O. de Dauphin, conduisent aux tunnels de la route. Près de ces galeries sont renfermés, dans le schiste gneisseux et talqueux nettement incliné vers l'E., des amas allongés du terrain anthracifère, puissants de 50 lachter, formé de schistes noirs, de conglomérat à fragments de quartz, de feldspath, de gneiss et de nids anthraciteux, qui, autrefois, ont été exploités (1). Ces amas intercalés sont liés aussi intimement aux schistes cristallins, qu'ailleurs le schiste amphibolique est lié au gneiss; ils semblent se confondre avec les roches avoisinantes, sans qu'on puisse tracer leur limite, et, comme elles, plongent très fortement vers l'E. A la hauteur de Bons et de Mondelans, cependant, sur la tranche de ces gneiss et de ces roches anthraciteuses, viennent s'étendre horizontalement les schistes jurassiques à Bélemnites, qui, près de Dauphin, passent de la rive droite à la rive gauche de la Romanche et qui se continuent au S. vers Venosc et le val Senètre, dans la découpure que nous avons

(1) La plupart des faits cités relativement aux localités situées dans le département de l'Isère ont été signalés depuis longues années par M. Gueymard et par M. Gras. É. de B.

choisie comme limite orientale du groupe de l'Oisans. Ici encore, les couches à Bélemnites se montrent en stratification évidemment discordante, relativement à l'antracite, et celui-ci est si intimement entrelacé au gneiss que M. Gras et d'autres ont cru devoir en conclure, que toute la formation de gneiss de cette contrée n'est qu'une formation carbonifère modifiée par métamorphisme, et que le calcaire jurassique ne s'est déposé qu'après le soulèvement et la transformation des couches de grès. Soit qu'on suppose qu'il y ait deux formations anthracifères, l'une plus ancienne, l'autre plus récente que les schistes à Bélemnites, soit qu'on réunisse tous les schistes anthraciteux avec les schistes à Bélemnites en une même formation, leurs rapports de position ne peuvent s'expliquer que par un renversement, un retournement ou un bouleversement quelconque de la stratification normale.

Il y a encore d'autres localités, aux environs du Bourg l'Oisans, où l'on voit généralement le gneiss en stratification verticale, et où le schiste à Bélemnites le recouvre horizontalement. Dans le prolongement méridional de la bande anthraciteuse méridionale de Montdelans, on croit encore trouver les mêmes relations de position dans les grès anthraciteux verticaux et les schistes jurassiques horizontaux en contact immédiat. Dans la chaîne qui monte du val Senètre à Le Désert, une bande mince de schiste noir se trouve intercalée verticalement dans du gneiss, mais dans la partie supérieure, ce schiste couvre le gneiss, en présentant une disposition radiaire, et se prolonge vers l'O., en stratification discordante avec lui. Comme je n'ai observé ces roches qu'à une certaine distance, il m'est impossible de décider si les schistes horizontaux qui recouvrent la crête de la montagne sont les mêmes que ceux qui sont intercalés en couches verticales dans le gneiss, ou appartiennent au contraire à une formation anthracifère distincte.

Les Rousses.

Dans les Rousses, la formation anthraciteuse est, comme près de la Romanche, liée très intimement au gneiss, et forme plusieurs amas allongés intercalés dans la partie supérieure de la montagne. Sur les bords inférieurs de la masse centrale cristalline s'appuie le schiste à Bélemnites, qui est incliné des deux côtés, et s'étend autour d'elle presque sans interruption.

Alpes occidentales.

L'espace compris entre la chaîne des Alpes occidentales et les Alpes Graies, et qui comprend la Maurienne et la Tarentaise, forme en quelque sorte un immense bassin, lorsqu'on ne tient compte que de la direction et de l'inclinaison générale des couches et qu'on néglige les inégalités de détail.

La succession des couches est la suivante dans une coupe prise dans la Tarentaise.

1. *Zone anthraciteuse inférieure.* — Schistes noirs, schistes talqueux gris, grès noirs et gris, en partie avec mica blanc. Dans le grès noir, filets et nids d'anthracite : dans les schistes qui l'accompagnent, empreintes ordinairement dans du talc blanc, de fougères et d'autres plantes carbonifères. Dans les groupes précédents, près de la Romanche, et dans les Rousses, cette formation anthraciteuse est en relation intime avec les schistes talqueux et le gneiss, entre les strates verticaux desquels elle était intercalée. A partir des Rousses, elle se continue près de La Chambre, à travers la Maurienne, et au delà du col de la Madeleine dans la Tarentaise, où à Petit-cœur elle se trouve intimement liée aux schistes à Bélemnites. Au-dessus d'une formation de grès schisteux noir de 20 à 30^m d'épaisseur, qui recouvre les schistes talqueux supérieurs de la chaîne centrale de gneiss, on y voit des schistes argilo-calcaires noirs, qui sont exploités, ainsi que les schistes talqueux sous le nom d'*ardoise noire* et *ardoise blanche*. Ces schistes calcaires contiennent des Bélemnites, des Entroques, et ne paraissent point différents des schistes à Bélemnites, qui, dans l'Oisans et les Rousses, recouvrent le gneiss et le granite. A la distance de quelques pieds viennent ensuite ces schistes talqueux, qui, par leur nature minéralogique ne se distinguent guère des schistes à Bélemnites, mais qui contiennent en grande abondance des empreintes de végétaux de l'époque carbonifère; immédiatement au-dessous se trouve l'anthracite. Les schistes anthraciteux sont, comme les schistes à Bélemnites et les schistes talqueux qui leur sont inférieurs, inclinés de 70° vers le S. 70° E. Mais, quand on monte de là vers Naves, on rencontre une couche d'ardoise qui doit, d'après sa position, être un peu au-dessus des schistes anthraciteux, et pourtant cette ardoise renferme encore des Bélemnites en grande quantité : de façon, qu'à une distance assez faible, il existe une double alternance de schiste à Bélemnites et de schiste anthraciteux. Sur le prolongement septentrional du schiste anthraciteux

de Petit-cœur est la mine d'anthracite d'Arèche, au S. de Beaufort : elle est ouverte dans des schistes talqueux verticaux ou inclinés au S.-E., qui semblent appartenir encore à la zone des schistes cristallins et du gneiss. On n'y a pas encore trouvé les schistes à Bélemnites.

2. Au-dessus de la zone anthraciteuse inférieure s'étend une zone calcaire et gypseuse que M. Sismonda a rangée dans le lias.

3. Par-dessus ces calcaires on trouve la deuxième zone anthracifère, formée par des schistes noirs et gris, des grès et des calcaires. Les schistes ressemblent souvent à des schistes micacés et talqueux, mais plus souvent ils sont argileux et calcaires. Les calcaires sont souvent dolomitiques, à couleur jaune ou brun rougeâtre. Les quartzites et le verrucano forment des dépôts très singuliers dans cette masse schisteuse supérieure.

Cette zone, dont la puissance dépasse de beaucoup les deux précédentes réunies, recouvre la Maurienne supérieure et la plus grande partie de la Tarentaise. Elle forme à elle seule le grand bassin dont les extrémités sont relevées en sens contraire, et dont les limites orientales atteignent la hauteur de la région des glaciers. On n'a pas encore vu affleurer dans cette partie orientale, sous la zone anthraciteuse supérieure le calcaire liasique avec ses fossiles et la zone anthraciteuse inférieure.

Sur la limite occidentale du bassin nous trouvons, à la partie inférieure de la zone, du verrucano, ou conglomérat talqueux, vert, parfois rouge, avec grains de quartz et fragments de quartz, en liaison avec un quartzite blanc ou vert clair, pur ou mélangé de mica. Les hauteurs, qui sont séparées par le Col des Encombres, en sont formées. Ces roches s'appuient sur le gypse de la zone 2, avec la même inclinaison, sous une épaisseur de peut-être 100 mètres, et par dessus reposent, aussi loin que la vue peut s'étendre, des schistes noirs et des grès, qui renferment l'anthracite, et, à une petite distance du verrucano, une grande quantité d'empreintes végétales.

En descendant le Val des Encombres, on reste dans la formation calcaire et gypseuse, mais avant d'arriver à Saint-Martin-de-Belleville, on retrouve ces schistes rouges et le verrucano; et à l'E. du village on exploite de l'anthracite. Les mêmes circonstances se renouvellent près de Moutiers. La ville et les sources salines sont encore dans la formation calcaréo-gypseuse : mais un peu à l'E., près Villarlavin et Montagny, sont des mines d'anthracite, et dans le voisinage on voit affleurer des schistes à empreintes et du verrucano, avec fragments de quartz, de schiste micacé, de schiste

argileux, etc. En plusieurs de ces endroits, cependant, l'anthracite semble être, avec les schistes qui l'accompagnent, intercalé dans le calcaire, comme à Villarlurin et à Contamine. En passant par Olime, le verrucano semble remplacé par un schiste talqueux, brillant, vert ou rouge, qui forme les roches inclinées à l'E. du col de Cornet. En descendant vers Aime, on les voit bientôt recouvertes de schistes et de grès noirs, dans lesquels on exploite de l'anthracite à Aime, Macot, Landry, et où l'on trouve fréquemment des empreintes végétales. En poursuivant la bande de schiste talqueux sur le Col de Cornet, nous trouvons le verrucano, sous forme de quartzite talqueux vert, de grès talqueux et de quartzite blanc, tout le long du versant droit de la montagne, du Chapiu jusqu'au pied du Col des Fours, près Motet. L'inclinaison est très forte vers le S.-E. Au delà du quartzite on voit apparaître, près le Chapiu, un calcaire jaune, dolomitique, qui, après le Col du Bonhomme, se trouve appuyé sur une puissante masse de calcaire gris foncé. Sur la rive gauche de la vallée, les tranches des schistes noirs du petit Saint-Bernard et du Cramont forment de hauts escarpements, et l'on traverse les mêmes schistes dans la vallée solitaire qui conduit à Bourg-Saint-Maurice.

Il est inutile de faire apercevoir les nombreuses anomalies que présente la composition géologique de ces terrains. L'intercalation des schistes à anthracite inférieurs, tantôt dans les schistes gneissiques et talqueux, tantôt dans le schiste à Bélemnites, la couche calcaire jurassique qui les sépare de la zone anthraciteuse supérieure, la puissance extraordinaire de cette couche calcaire et de la zone anthraciteuse qui la recouvre, la présence du verrucano entre ces deux formations, et la quantité de talc répandue dans toutes ces roches, présentent des problèmes que la science n'est pas encore en état de résoudre complètement.

Sur le côté occidental de la formation gneissique, on retrouve en plusieurs endroits des schistes micacés et des conglomérats avec anthracite et empreintes végétales, qui correspondent en tout point avec ceux du côté oriental, à La Mure, Psychagnard, La Motte, N.-D.-de-Vaux.

Les mines de Psychagnard sont à la partie supérieure du versant occidental de la vallée. Au fond de la vallée sont des schistes talqueux et micacés, dont les couches sont très contournées : en général cependant elles sont verticales, ou plongent vers l'O., et dirigées du N. au S. En montant un peu on trouve des grès micacés, noirs, également repliés, et inclinés de la même manière : Ces grès renferment les masses d'anthracite et les empreintes végé-

tales. Le haut de la colline est formé, sur une épaisseur de 60 pieds, de calcaire gris, fissuré et bouleversé, mais nettement stratifié, en couches horizontales ou un peu inclinées vers le S. On peut encore vérifier en plusieurs autres points la discordance de stratification entre le schiste talqueux et anthraciteux et ce calcaire, évidemment liasique.

La formation anthraciteuse inférieure que nous avons poursuivie depuis Petit-Cœur, Beaufort et Megève jusqu'à la vallée de l'Arve, se continue, des deux côtés des Aiguilles-Rouges jusqu'au Rhône, pour se perdre au pied de la Dent-de-Morcles sous le calcaire jurassique de la zone alpine septentrionale.

On trouve des mines d'anthracite au Coupeau, à la descente du mont Bréven vers l'Arve, à Maillason, près Servoz, des empreintes végétales à la colline du château près de Servoz, à Pormenaz, au col de l'Écuelle, au-dessus des chalets de Moïde.

La succession des couches y est la suivante en commençant par le bas.

Gneiss.

Grès quartzeux, qu'on peut assimiler au verrucano.

Schistes rouges et verts.

Schistes noirs ou à anthracite (formation très puissante à Servoz et à Pormenaz, manque au col de Salenton, redevient très puissante plus au N.).

Quartzite.

Calcaire dolomitique.

Calcaire noir.

Schiste talqueux à Ammonites.

Schiste calcaire à Bélemnites.

Sur le versant occidental du Mont-Blanc, on trouve les empreintes végétales au col des Ouches, au pied du dôme de Gouté, dans un schiste noir qui paraît plonger à l'E. sous la protogine. A ce schiste est associé du gypse, et dans le voisinage (il reste à déterminer si c'est au-dessus ou au-dessous des empreintes végétales) on trouve les premiers schistes semblables, contenant des Bélemnites et des Ammonites devenues elliptiques par écrasement. Ils sont dans la même position qu'à Petit-Cœur, et, comme là, en contact immédiat avec le gneiss; seulement, le col des Ouches est à l'O., et Petit-Cœur est à l'E. de la chaîne.

Les schistes à anthracite sont extrêmement développés plus au N., dans le passage qui conduit du Trient à la Tête-Noire. — Les schistes noirs, gris ou talqueux, sur lesquels on s'élève de l'Argentière au Col-de-Balme, appartiennent peut-être déjà, comme

l'admet M. Necker, au prolongement des Frêtes-de-Villy où l'on trouve des Ammonites. Dans le passage même, ce schiste est incliné vers le S. 50° E., sous un angle très considérable, et semble, par conséquent, plonger sous les schistes cristallins du Mont-Blanc. Quand on monte perpendiculairement depuis le passage au delà des carrières où sont les chalets de Balme et, dans leur voisinage, les coupes où l'on découvre les empreintes de fougères, on voit, sous les schistes précédents, un calcaire schisteux de 30 mètres d'épaisseur, plongeant vers le S. 50° E., et seulement après viennent les vrais schistes et grès anthraciteux qui traversent le chemin de la Tête-Noire. Des conglomérats grossiers à fragments de quartz alternent ici avec les schistes noirs, depuis Trient jusque près de la Barberine, avec des pics noirs et des schistes ardoisiers presque verticaux ou faiblement inclinés vers l'E., et immédiatement au-dessous on trouve le gneiss et le granite sur la Barberine, de façon que le verrucano manque ici complètement. Après son confluent avec l'Eau-Noire, le Trient coule au N vers la vallée du Rhône, dans une vallée profonde et étroite. Le fond en est formé par du schiste à anthracite vertical. Dans la vallée du Rhône, on observe la belle coupe si souvent décrite, sur la route de Martigny à Pissevache

Voici la succession des couches à partir de la ruine de la Batia:

- Calcaire noir, presque vertical, plongeant faiblement à l'E.
- Schiste feldspathique.
- Gneiss.

Puis viennent les couches déjà observées dans le passage de la Tête-Noire : conglomérats noirs, schistes ardoisiers, grès micacés avec nids d'anthracite ; une carrière d'anthracite est ouverte, en ce point, sur la hauteur gauche, puis reparait le gneiss, avec filons d'eurite et pauvre en quartz ; la formation anthraciteuse se trouve donc enclavée dans la formation du gneiss et toutes les couches sont fortement relevées.

La rive droite du Rhône présente la même succession de couches d'une manière encore plus frappante ; les couches à anthracite y sont très verticales et intercalées entre des roches feldspathiques, très pauvres en quartz, et rendues gneissiques par une grande abondance de feuilletés de mica parallèles. La coupe prise entre Bex et Foully présente la formation anthracifère enclavée dans le gneiss ; la formation anthracifère s'élève au-dessus du gneiss, d'un côté, et dans l'angle qui est ainsi formé se trouve

une arkose à grains de quartz et de feldspath qui remplace ici le verrucano. Après cette roche et toujours au-dessus du gneiss vient le calcaire jurassique qui forme la base de la Dent-de-Moreles.

Les empreintes trouvées au col de Balme et à Erbignon ont été déterminées par MM. Neer et Bunbury :

- Sphenopteris tridactylites*, Br.
- Neuropteris Loshii*, Br.
 - *gigantea*, Stern.
 - *tenuifolia*, Schl.
 - *heterophylla*, Br.
 - *Sorctii*, Br.
 - *alpina*, Sternb.
 - *flexuosa*, Br.
- Odontopteris Brardii*, Br.
 - *minor*, Br.
- Cyclopteris reniformis*, Br.
- Cyntheithes Schlotheimii*, Goepp.
 - *arborescens*, Br.
 - *polymorphus*, Br.
- Pecopteris Pluckenetii*, Sternb.
- Annularia brevifolia*, Br.

A l'E. du Mont-Blanc, les schistes noirs d'Entrèves qui plongent sous la protogine, et les schistes qui s'étendent verticalement le long du gneiss au col du Ferret et dans la vallée de Ferret, se rapportent à la formation anthracifère inférieure. On peut peut-être considérer comme étant une extension du calcaire de Villette le plateau calcaire du mont Catogne et son prolongement vers Bagne; et, par conséquent, tous les schistes du Valais septentrional, qui, par-dessus le grand Saint-Bernard et le Matterjoch se relie aux terrains de la vallée d'Aoste, doivent être rangés dans la formation anthracifère supérieure.

La nature des roches s'accorde avec une pareille succession. Des schistes gris, micacés, et des schistes argileux qui leur sont associés, comme dans la vallée de l'Isère, au-dessus du Bourg-Saint-Maurice, sont aussi les roches les plus répandues dans le Valais. On trouve en plusieurs endroits de l'anthracite; de Pierre à Voie à Etablon, sur les bords de la Fare, au sud d'Iserable, près Haute-Nendaz, à Chandoline, Braniers, Silten, Grône et Reschy. Toutes ces localités sont sur la limite de la formation et l'anthracite est inconnu dans les parties moyennes et supérieures du Valais. Les schistes, depuis Martigny jusqu'à Bramois, plongent néanmoins vers N. 70° E., de façon que tous les schistes, qui se rencontrent au-dessus des schistes anthraciteux quand on descend

vers le Valais inférieur, appartient à la même formation ou à une formation postérieure.

Cette dernière supposition n'est guère admissible, car on n'y a jamais trouvé aucune trace d'Ammonite ou de Bélemnite; la puissance de cette formation est d'ailleurs énorme, puisqu'à Sachenaire près d'Evolena, où elle est horizontale, elle forme une hauteur de 2,000 mètres, et qu'il est impossible d'estimer où elle s'arrête en profondeur.

M. Albert Gaudry fait la lecture suivante :

Résumé des travaux qui ont été entrepris sur les terrains anthracifères (1) des Alpes de la France et de la Savoie, par le secrétaire Albert Gaudry.

Deux chaînes de montagnes, composées en partie de roches primitives, se détachent du Mont-Blanc pour gagner, l'une, le Mont Viso, l'autre, les environs de Grenoble. Par leur divergence, elles forment un angle qui renferme de puissantes assises de schiste talqueux, de grès anthracifère et de schiste argilo-calcaire. Cette région contient plusieurs points célèbres en géologie : les vallées de la Tarentaise et de la Maurienne (Alpes Savoyardes), les environs de Briançon et de La Mure (Alpes Françaises).

En 1828, c'est-à-dire à l'époque où s'était déjà répandue la croyance à la loi de la répartition des êtres fossiles dans des étages qui leur sont spéciaux, M. Élie de Beaumont signala un fait en contradiction avec cette loi générale : à Petit-Cœur, en Tarentaise, il découvrit une couche à Bélemnites intercalée dans des assises riches en débris végétaux caractéristiques de la période houillère.

Dans le monde des géologues, cette découverte devait faire et fit en effet grand bruit; de France, d'Angleterre, d'Allemagne, de Suisse et d'Italie, les naturalistes allèrent voir Petit-Cœur. Tous revinrent d'accord sur la superposition observée par M. Élie de Beaumont. On ne différa que dans l'explication du fait.

Vous savez, Messieurs, les noms des géologues qui firent une étude spéciale des terrains anthracifères des Alpes. Si nulle question géologique ne présente un intérêt plus pressant, nulle aussi n'a été

(1) Plusieurs auteurs écrivent *anthracifère* et non *anthracifère*. Les lois de dérivation m'obligent à adopter invariablement la lettre *c*; en effet ce sont les radicaux des mots qui forment les dérivés; or $\alpha\theta\zeta\alpha$ est le radical d' $\alpha\theta\zeta\alpha\sigma$ ou $\alpha\theta\zeta\alpha\kappa$, etc.

débatte par un si grand nombre des maîtres de la science. Elle a préoccupé la plupart d'entre vous; deux fois notre Société, dans ses réunions extraordinaires, s'est proposé comme but l'explication de l'anomalie des terrains anthracifères des Alpes, et, dans les précédentes séances de cette année, des discussions se sont encore renouvelées à ce sujet.

L'intérêt qui s'attache à l'anomalie de Petit-Cœur est plus grand encore aujourd'hui qu'en 1828; il croît chaque jour en proportion des confirmations que les études de zoologie et de botanique donnent à la loi de la répartition des êtres fossiles dans des zones spéciales.

Notre illustre Président, Messieurs, a pensé qu'un de vos secrétaires devait réunir devant vos yeux les travaux divers entrepris sur les terrains de la Tarentaise et des pays voisins. Je donnerai une analyse succincte de ces travaux, en suivant l'ordre des dates. Je me suis spécialement chargé des ouvrages écrits en langue française, anglaise et italienne. M. l'ingénieur des mines, Laugel, a bien voulu, dans un travail séparé, rendre compte des œuvres publiées en Allemagne.

La fin du siècle dernier vit se fonder la géologie. Les Alpes furent une des premières parties de l'Europe soumises à l'observation des naturalistes : elles durent les attirer par le spectacle imposant de leurs masses et de leurs escarpements.

Les physiciens avaient divisé les terrains de la surface du globe en terrains primitifs et secondaires. On rapporta les terrains des Alpes aux terrains primitifs. Par quelles raisons les fit-on ainsi remonter aux premiers âges du monde? Sans doute à cause de l'absence apparente de quelques-uns des caractères propres au groupe secondaire? Peut-être à cause de leur sombre aspect qui leur donnait des traits de ressemblance avec plusieurs des anciens terrains. Que sais-je encore? Peut-être à cause de leurs déchirures qui paraissaient trop immenses pour n'avoir pas coûté le travail de plus de milliers de siècles que les légères modifications subies par les terrains de la plus grande partie des pays de plaine.

Cependant, dès les premières recherches que les géologues firent en Suisse et en Savoie, ils y constatèrent quelques lambeaux de terrain secondaire disséminés dans les terrains considérés comme primitifs. L'analyse de leurs mémoires en fournira la preuve.

En 1782, Robert de Paul de Lamanon publia dans le *tome XIX du Journal de physique* une note intitulée : *Description de divers fossiles trouvés dans les carrières de Montmartre près Paris, et vues*

générales sur la formation des pierres gypseuses. Dans le chapitre qui a pour objet la formation des pierres gypseuses, p. 185, de Lamanon cherche à prouver que les amas de gypse ont pris naissance dans des lacs, et, à l'appui de son opinion, il écrit ces mots :

« Il est si vrai que les pierres à plâtre sont dues aux dépôts des lacs secondaires formés par les rivières, que je trouve partout le gypse dans les vallées formées par les rivières qui les traversent.

« Avant que le Rhône se fût ouvert un passage à travers les montagnes de Saint-Maurice où il est encore très resserré, ses eaux réunies formaient un lac dans le Valais, et ce lac a déposé du gypse. J'en ai vu une colline considérable entre Sion et Granges ; elle y est connue sous le nom d'olbâtre. Il y en a dans plusieurs autres endroits de cet ancien bassin. J'en ai observé à Sierre, à Chipis, à Chaley et près du bois de Finges. »

En 1796, Horace Bénédicte de Saussure publia la seconde partie de ses *Voyages dans les Alpes*. Le chapitre IV et le chapitre V de son 3^e volume (p. 16 à p. 56) renferment l'excursion d'Aix à Saint-Jean de Maurienne et celle de Saint-Jean de Maurienne à Lans le Bourg.

Je ne suivrai pas de Saussure dans la description des roches diverses qu'il rencontre sur sa route. Il semble rapporter une grande partie d'entre elles au terrain primitif, et même il a une certitude si grande que les pétrosilex d'Eypierre et de Martigny appartiennent aux terrains primitifs, qu'il crée pour eux un nom spécial, voulant, dit-il, les distinguer des pétrosilex secondaires hornstein de Werner. Il nomme les premiers palaiopètres, et les seconds néopètres. Cependant de Saussure n'admet pas seulement des terrains primitifs ; il signale encore des terrains secondaires. Les deux citations qui suivent en donneront la preuve :

Après Saint-Jean de Maurienne, il rencontre des gypses :

« Ces gypses, dit-il, paraissent d'une formation beaucoup plus récente que les autres pierres qui composent les montagnes de cette partie des Alpes, et la position de leurs couches prouve qu'ils ont été formés sous les eaux. Je n'ai cependant pu réussir à y trouver aucun vestige de corps organisés. »

Plus loin, de Saussure décrit des couches situées sur la rive gauche de l'Arc, et, voulant prouver que ces couches ont été redressées depuis leur formation, il s'exprime dans les termes suivants :

« Comme ces couches d'une pierre calcaire non cristallisée ont été formées par des dépôts, il est bien certain que, si le sédiment dont elles sont composées avait été déposé sur des plans inclinés de 60 degrés, ce sédiment aurait été plus abondant vers le bas. »

J'ajouterai que plusieurs mêmes des roches que de Saussure a rapportées au terrain primitif ont excité des doutes dans l'esprit de cet illustre naturaliste :

« *Il ne faut pas, dit-il, tant se presser de classer au nombre des roches primitives celles qui sont composées de quartz et de mica.* »

Dans l'*Extrait* de son *Traité de minéralogie*, inséré dans le *Journal des Mines*, n° 29, tome V, 1796-1797, l'abbé Haüy cite la note suivante, que lui a fournie Dolomieu :

« *L'anhracite diffère essentiellement de la houille par ses gisements ; la houille ne se trouve que dans les terrains secondaires et tertiaires ; l'anhracite existe exclusivement dans les terrains primitifs.* »

« *Ces observations, ajoute l'abbé Haüy, que présente le citoyen Dolomieu au sujet de l'anhracite, sont particulièrement intéressantes en ce qu'elles prouvent l'existence du carbone, indépendamment des végétaux et des animaux.* » On voit d'après cette réflexion que l'abbé Haüy s'accordait avec Dolomieu pour rapporter la formation de l'anhracite aux premiers âges du monde.

Si Dolomieu regarda l'anhracite des Alpes comme primitif, il admit aussi l'existence de couches secondaires à sa proximité ; car Brochant de Villiers, rendant compte de ses excursions en Tarentaise (1), dit qu'il a observé, de concert avec Dolomieu, en 1797, le poudingue calcaire à pâte grenue et fragments compactes de Villette, à 3 lieues au-dessus de Montiers : Dolomieu, ajoute-t-il, *ne balançait pas à le reconnaître pour une roche arénacée.*

On doit penser que ce célèbre géologue considéra la roche arénacée de Villette comme un accident local ; en effet, les particules arénacées, à cette époque où la science était encore peu avancée, étaient déjà l'indice auquel tous les naturalistes s'accordaient à reconnaître les roches formées au sein des mers, et sans doute Dolomieu ne douta pas que les roches de Villette eussent partagé ce mode d'origine.

Cependant, lorsqu'il a rendu compte de son *Voyage en Auvergne et aux Alpes*, exécuté en 1797, il a semblé rapporter tous les terrains dont nous parlons à la période primitive :

« *J'ai remarqué, dit-il, dans la chaîne des Hautes-Alpes, un très grand fait géologique : c'est que depuis que les couches primordiales*

(1) Je parlerai plus loin de cet ouvrage.

ont pris la situation qu'elles affectent maintenant, leur masse a été presque entièrement ensevelie sous des couches calcaires coquillères alternant avec des couches de grès. » Il ajoute plus loin : « Cette sorte de manteau, formé par ces couches, a ensuite été déchiré sur les épaulés même qui le portaient ; mais, quoique morcelé et détruit en très grande partie, il en est resté assez de lambeaux pour connaître jusqu'où il s'est étendu. Le calcaire primitif secondaire recouvre les régions E., N.-E. et N. des Alpes. Dans les régions opposées, il ne s'est pas déposé, et les couches sont des calcaires plus ou moins micacés, qui alternent avec d'autres roches et appartiennent non pas à la période secondaire, mais à la période primitive. »

En 1802, dans l'explication de la théorie de Hutton (traduction de l'anglais par Basset, p. 58), Playfair, écrivit que les couches charbonneuses du Dauphiné sont *dans des montagnes qui ont, sans contredit, un titre au caractère de primitives.*

En prairial an XI, Héricart de Thury publia un *Mémoire sur l'anthracite*, qui fut inséré dans le *Journal des Mines*, vol. XIV (1803).

C'est dans ce Mémoire que je trouve la première indication très affirmative de l'existence des terrains secondaires dans les chaînes des Alpes.

Le travail d'Héricart de Thury a pour objet l'étude des gîtes d'anthracite qui peuvent éclairer davantage sur la nature et le mode de formation de ce combustible.

Parmi les gisements décrits, se trouve celui du Chevalier aux Chaulanches (en Oisans).

Dans cette localité, Héricart de Thury rencontre :

1^o Le terrain primitif, composé de roches micacées, quartzenses et amphiboliques ;

2^o Le terrain secondaire superposé au primitif et renfermant de bas en haut les couches suivantes :

Schiste argileux un peu micacé.

Schiste pyriteux.

Grès granitoïde.

Schiste argileux, compacte.

Schiste noir, avec empreintes de végétaux ; les empreintes sont blanchâtres et paraissent recouvertes d'une terre verdâtre stéatitense. Elles ont beaucoup d'analogie avec des fougères, des graminées, des équisètes, etc.

Couche d'une substance dont l'aspect est semblable à celui de la houille et que l'on a exploitée comme combustible.

Schiste avec empreintes végétales.

Brèche granitoïde.

Poudingue.

Par tous ses caractères, le combustible du Chevalier aux Chalan-ches se rapproche évidemment de la substance non métallique connue dans le principe sous les noms de charbon incombustible, de blende charbonneuse, et aujourd'hui sous celui d'anthracite. Mais, *comment le rapporter à cette substance, fait observer Héricart de Thury, puisque l'auteur de la cristallographie dit, d'après le célèbre Dolomieu, que l'anthracite appartient exclusivement aux terrains primitifs ?*

On voit, par ces lignes, que de Thury n'hésite pas à placer les couches du Chevalier aux Chalanches dans les terrains secondaires.

Le second gîte anthracifère décrit est celui des bords de la Venosc.

La Venosc est un torrent qui se jette dans la Romanche. On voit, près de ce torrent :

1^o Des gneiss très quartzeux, abondants en mica ;

2^o Au-dessus des gneiss, des schistes noirs, argileux. — Dans ces schistes sont des couches d'une substance qui paraît se rapprocher de l'anthracite. Ces couches alternent avec des bancs de schiste micacé à empreintes végétales. Au-dessus des schistes, on voit une brèche quartzreuse, micacée, granitoïde.

Le premier travail qui ait en pour but spécial la séparation des roches primitives des Alpes d'avec les roches qui leur sont superposées est dû à Brochant de Villiers. Le Mémoire de Brochant fut imprimé, en 1808, dans le *Journal des Mines*, n^o 137, vol. XXIII, page 321. Il porte pour titre : *Observations géologiques sur des terrains de transition, qui se rencontrent dans la Tarentaise et autres parties de la chaîne des Alpes.*

Les naturalistes, dit Brochant, ont distingué depuis longtemps deux classes principales de terrains, les primitifs... et les secondaires... C'est seulement depuis vingt ans que M. Werner et autres minéralogistes allemands ont reconnu la nécessité d'intercaler, entre ces deux classes, une troisième à laquelle on a donné le nom de terrain de transition.

Brochant a retrouvé cette troisième classe de terrains dans la Tarentaise et les pays voisins.

Les Alpes renferment *deux chaînes minéralogiques* : l'une *secondaire*, qui forme pour ainsi dire le premier rang des montagnes, du côté de la France ; l'autre *primitive*, constituant les hautes sommités,

formée de roches à éléments cristallins, riche en minerais et dépourvue de restes fossiles. C'est dans cette dernière chaîne que se montrent les *terrains de transition*.

Après avoir décrit la position géographique de la Tarentaise et des pays qui l'environnent, Brochant aborde l'étude des roches de ces contrées.

Il commence par celles qui sont les plus fréquentes en Tarentaise : les calcaires grenus, les calcaires compactes, les schistes argileux, les quartz compactes, les houilles sèches, les schistes micacés à feuillets brillants et ceux dont les surfaces sont ternes. Il indique les gneiss, qui se voient près de Cevin et près de Pesey ; l'amphibole, la cornéenne, la serpentine, roches peu abondantes ; les poudingues calcaires de Villette, connus sous le nom de *brèche tarentaise*, les poudingues quartzeux du Bonhomme, etc., enfin les gypses et les tufs calcaires.

Des associations de roches il tire un argument pour la démonstration de l'existence des terrains de transition au sein des Alpes. Quelles roches caractérisent ces terrains dans les régions étrangères à ces montagnes ? Ce sont les calcaires grenus ou compactes parsemés de filons ; les poudingues à fragments de roches primitives ; les schistes argileux, nommés par les Allemands *grauwackes schisteuses* ; les roches amphiboliques appelées *grünstein*, cornéenne, etc. ; les houilles sèches, ou anthracites. Or, les roches que Brochant a découvertes dans les Alpes sont exactement semblables à celles-là ; il se croit donc en droit de les rapporter au terrain de transition.

L'auteur entreprend ensuite la comparaison des terrains de transition de la Tarentaise et des couches qui paraissent identiques avec eux dans les pays voisins.

Enfin il cherche quels sont, dans ces montagnes, les rapports des couches de transition et des masses primitives. Il regarde les couches de transition des Alpes comme les plus anciennes de toutes celles qui ont été décrites. Tandis que les terrains du Hartz renferment des débris animaux et présentent des traits de ressemblance avec les terrains secondaires, ceux des Alpes ont de grands rapports avec les terrains primitifs. Comme la partie de ces terrains qui s'étend depuis le mont Cenis jusqu'au Saint-Gothard, ils renferment des calcaires grenus, micacés ou talqueux, des quartz en masse, des schistes micacés. Entre eux et les massifs primitifs on ne voit aucune interruption dans les couches, aucun dérangement notable de stratification ; il semble qu'il y ait eu une sorte de continuité dans la formation des uns et des autres.

Ces traits de ressemblance, comme le fait observer Brochant, ne

détruisent pas la séparation qui doit être faite entre les terrains primitifs et les terrains de transition, car ceux-là présentent toujours cette différence essentielle qu'ils sont associés à des poudingues de différentes sortes et à des houilles qui sont accompagnées d'empreintes végétales.

Le mémoire dont je viens d'indiquer le sommaire établit une démarcation tranchée entre les terrains primitifs et ceux qui leur sont supérieurs : on peut dire qu'il fit faire un pas immense à la géologie des Alpes. De Saussure avait eu le mérite de décrire avec précision les caractères des roches : Brochant indiqua leurs superpositions et leurs âges probables.

Huit années plus tard, le même géologue, qui avait appris à discerner les terrains primitifs d'avec ceux qui leur sont supérieurs, entreprit de montrer que les terrains primitifs se distinguaient à leur tour en deux catégories : les granites des Alpes que Jurine a nommés protogines, et les granites véritables.

Les protogines sont plus récentes que les granites proprement dits. Ce ne sont pas de véritables granites ; elles se lient à une roche talqueuse très répandue dans les Alpes que Brochant propose de nommer schiste talqueux feldspathique ; elles ne sont que des variétés extrêmes de ces schistes.

Brochant suppose que des recherches ultérieures montreront le vrai granite s'enfonçant sous la protogine et les schistes talqueux.

Les dernières observations qui précèdent font partie d'un mémoire que Brochant de Villiers lut à l'Académie des sciences en mai 1816. Ce mémoire a été inséré en 1819 dans les *Annales des mines*, 1^{re} série, t. IV, p. 282. Il porte pour titre : *Considérations sur la place que doivent occuper les roches granitoïdes du Mont-Blanc et d'autres cimes centrales des Alpes dans l'ordre d'antériorité des terrains primitifs.*

En 1818, M. Johann de Charpentier lut à la Société des sciences naturelles, assemblée à Lausanne, un travail intitulé : *Mémoire sur la nature et le gisement du gypse de Bex et des terrains environnants.* Ce mémoire a été inséré dans le *Naturwissenschaftlicher Anzeiger der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft*, n^o 9, année 1819.

Bien que le pays dont traite M. de Charpentier soit séparé par de hautes chaînes de la région dont nous nous occupons, je ferai connaître les superpositions qu'il a notées, car elles semblent correspondre à celles de la Tarentaise, et, par conséquent, elles peuvent éclairer sur la nature de cette contrée.

Le terrain de transition repose en stratification discordante sur le terrain primitif. Ainsi qu'à Petit-Cœur, en Tarentaise, comme on le verra plus tard dans l'analyse du mémoire de M. Élie de Beaumont, la partie des terrains non primitifs qui surmonte les terrains primitifs (schistes micacés ou gneiss) est un grès à ciment calcaire. Au-dessus du grès sont de nombreuses assises de calcaires tantôt compactes, tantôt assez schisteux pour être exploités comme ardoises. Des gypses, des grauwackes, des poudingues et des brèches leur sont subordonnés. Ils renferment des Bélemnites et quelques traces de coquilles bivalves.

En juin 1821, M. Buckland publia dans les *Annals of philosophy*, 2^e série, t. I, p. 450, une note intitulée : *Notice of a paper laid before the Geological Society on the structure of the Alps and adjoining parts of the continent, and their relation to the secondary and transition rocks of England.*

Dans cette note, M. Buckland prouve que le nom de terrain de transition a été appliqué à des roches des Alpes de même âge que des roches justement considérées en Angleterre comme secondaires.

Plusieurs de ces roches, auxquelles on attribuait une haute antiquité, sont d'un âge plus récent que la période carbonifère.

Leur formation correspond à presque toutes les formations calcaires de l'Angleterre, depuis celle du *magnesian limestone* supérieur au terrain houiller jusqu'à celle de la craie. Mais elles constituent un groupe immense où il est difficile d'établir la séparation des étages. Ce groupe de roches s'étend depuis les Pyrénées jusque dans le Dauphiné; il passe sans interruption à travers la Suisse, le Tyrol, le Salzbourg et la Styrie pour aller aboutir au Danube; il s'étend encore sur le côté S. des Alpes Centrales, et il se prolonge depuis le lac Majeur jusqu'en Dalmatie.

Les observations de M. Buckland ne s'appliquent pas à la Tarentaise. Ce savant géologue, tout en admettant une immense formation secondaire dans les Alpes, persévère à ranger la Tarentaise dans le terrain de transition. On s'en convaincra, en jetant les yeux sur son tableau général des formations comparées de l'Angleterre et des Alpes.

En 1821, parut le mémoire d'Alexandre Brongniart *sur une partie des Alpes de la Savoie*. Brongniart, dans ce travail, rapporta la partie inférieure de la montagne des Fiz au terrain de transition.

En 1823, M. Bakewell publia un ouvrage intitulé : *Travels com-*

prising observations made during a residence in the Tarentaise and various parts of the Graevian and Pennine Alps and in Switzerland and Auvergne 1820, 1821, 1822.

M. Bakewell, au retour de ses voyages, a passé à Paris, et s'est entretenu avec Alexandre Brongniart. Éclairé par ses discussions avec ce savant géologue, il a proclamé que les roches de la Tarentaise (schistes talqueux et granites talqueux), jusqu'à présent rapportées au terrain primitif, sont plus voisines des roches secondaires qu'on ne l'avait supposé.

M. Bakewell classe dans le terrain houiller les dépôts d'anthracite de la Tarentaise qui renferment des empreintes végétales; mais les roches calcaires, dont Brochant fit des roches de transition, doivent, dans son opinion, appartenir aux strates secondaires supérieurs au terrain houiller.

Voici la première énonciation précise d'un fait qui devait plus tard être prouvé par M. Élie de Beaumont. Héricart de Thury avait, avant Bakewell, écrit que des couches charbonneuses de l'Oisans se trouvaient dans un terrain secondaire; mais l'expression de terrain secondaire, appliquée en 1803 aux montagnes des Alpes, avait un vague qui n'existe plus en 1823, époque où la géologie alpine a déjà fait de grands progrès.

En 1826, M. Necker de Saussure écrivit une lettre au professeur Maurice sur les filons granitiques et porphyritiques de Valorsine et sur le gisement des couches coquillères des montagnes de Sales, des Fiz et de Platet. (*Bibliothèque universelle de Genève*, vol. 33, p. 62.)

Dans cette lettre, M. Necker de Saussure confirme ce que Brochant avait dit en 1816 au sujet de la différence du granite et de la protogine des Alpes: le premier est une roche massive et sans délit régulier; la protogine est une roche nettement stratifiée qui passe aux schistes talqueux.

Deux années plus tard, M. Necker de Saussure publia un nouveau *Mémoire sur la vallée de Valorsine*. Ce mémoire a été lu à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève le 17 avril 1828 et inséré dans le vol. 4^e des Mémoires de cette Société. M. Necker cite le terrain à anthracite du col de Balme et de ses environs comme étant distinct du calcaire à Bélemnites et lui étant inférieur.

La même année, parut la célèbre notice de M. Élie de Beaumont

sur l'anomalie des couches de Petit-Cœur. Elle fut insérée dans les *Annales des sciences naturelles*, vol. XIV, p. 113, sous le titre de *Notice sur un gisement de végétaux fossiles et de Bélemnites, situé à Petit-Cœur, près Moutiers, en Tarentaise.*

Toutes les discussions qui suivront désormais au sujet de ce pays rouleront sur l'explication à donner de la découverte que fit M. Élie de Beaumont. Voici l'analyse très succincte de cette découverte et des considérations qu'a présentées son auteur.

A Petit-Cœur près Moutiers, en Tarentaise, coule un torrent qui va près de ce village se jeter dans l'Isère. Sur les bords du torrent, on voit la jonction des roches primitives et des terrains sédimentaires.

Les terrains sédimentaires se composent d'un grès schisteux et micacé, grisâtre, à grains de quartz et de feldspath, qui alterne un grand nombre de fois avec de l'argile schisteuse, noire. Ce système, dont les couches sont dirigées N. 20° E. et plongent E. 20° S. d'environ 70°, semble s'appuyer immédiatement sur les roches talqueuses primitives. Il renferme des bancs d'anthracite, et paraît ne pas différer sensiblement des formations de La Motte (Isère) où l'on a exploité de grands dépôts de combustible ; il a également rappelé à M. Élie de Beaumont le terrain des Ouches près de Chamonnix où l'on trouve un gîte d'anthracite.

Des recherches faites par des mineurs dans les terrains de Petit-Cœur ont amené au jour des empreintes végétales. Ces empreintes appartiennent à des plantes semblables à celles des dépôts houillers les mieux caractérisés. Elles sont recouvertes d'un enduit talqueux de couleur argentée. On les trouve engagées dans un schiste argilo-calcaire. Ce schiste est immédiatement superposé à un autre qui renferme des Bélemnites dont plusieurs possèdent des alvéoles très distinctes et dans lesquelles on distingue parfaitement la texture radiale. La couche à Bélemnites est très fissile ; elle a 1^m 1/2 d'épaisseur ; elle est superposée à des grès schisteux qui sont sur ce point en contact avec les masses primitives.

Un examen plus attentif montrerait peut-être que dans le système de schiste argilo-calcaire il y a plusieurs couches contenant des impressions végétales ou renfermant des fossiles animaux ; mais M. Élie de Beaumont fait observer qu'il se contente de constater le fait de la superposition du schiste noir à empreintes sur le schiste calcaire à Bélemnites.

Les schistes calcaires à Bélemnites ne sont que le premier, ou l'un des premiers termes, de la série des calcaires plus ou moins schisteux que Brochant a décrits comme renfermant dans presque chaque

localité du combustible et des espèces végétales semblables à celles de Petit-Cœur. Ce sont les mêmes schistes qu'à Montiers et à Saint-Jean-de-Maurienne.

Parmi ces divers bancs il est un qui a particulièrement attiré l'attention de M. Élie de Beaumont. Le schiste est vert; il ne diffère pas sensiblement de ceux qui sont réputés primitifs; il semble très voisin des schistes talqueux et stéatiteux; cependant il est placé certainement au-dessus des couches à Bélemnites et à empreintes végétales. M. Élie de Beaumont pense que primitivement il a dû, ainsi que les schistes couleur lie de vin de plusieurs parties des Alpes, avoir la couleur noire commune à la plupart des autres assises.

Au-dessus de la couche qui renferme des empreintes, on retrouve des strates de schiste argilo-calcaire, où se voient encore des Bélemnites. Ainsi ces fossiles se montrent au-dessus comme au-dessous des empreintes végétales.

On a ouvert dans les schistes argilo-calcaires supérieurs une carrière d'ardoises en face de Naves. Les ardoises s'exploitent principalement dans le bas de la carrière; les couches du haut présentent un calcaire schistoïde sublamellaire. Si l'on suit le prolongement de ces couches jusque dans le défilé où passent l'Isère et la grande route entre Aigue-Blanche et Montiers, on voit qu'elles sont surmontées par une succession de couches calcaires et schistenses parallèles les unes aux autres.

Voici un ensemble de superpositions bien constatées qui se trouve en désaccord avec les opinions jusqu'à présent reçues parmi les géologues. Il s'agit d'en rendre compte. *Et d'abord*, dit M. Élie de Beaumont, *il ne paraît pas qu'aucune hypothèse sur les bouleversements qu'a subis le terrain puisse permettre de croire que les couches renfermant ces impressions végétales appartiennent à une époque différente de celle à laquelle les Bélemnites ont été déposées.*

Ce point établi, il reste une alternative dans laquelle il est difficile de prendre un parti. Car les Bélemnites caractérisent les terrains jurassiques; les plantes de Petit-Cœur sont spéciales à la période houillère. Qui, des plantes ou des animaux l'emportera? M. Élie de Beaumont a donné la plus grande importance aux débris des animaux. Ce choix semble plus philosophique. Mais ce qui déterminait M. Élie de Beaumont, ce fut l'étude du prolongement des couches de Petit-Cœur.

En effet, on peut suivre la continuation des schistes argilo-calcaires jusqu'au col des Berches; là, on retrouve les mêmes Bélemnites. Du col des Berches à Digne (Basses-Alpes), on marche d'une manière presque continue sur des schistes qui ne diffèrent de ceux du col des

Berches que par un degré plus ou moins grand de fissilité et dans lesquelles on voit par intervalles reparaître les Bélemnites; enfin, près de Digne, on voit que les couches les plus inférieures renferment des Gryphées arquées et des Ammonites du lias. Ainsi les schistes calcaires de Petit-Cœur appartiendraient au lias. Mais comment des végétaux semblables à ceux des terrains houillers se trouvent-ils dans cet étage? Voilà ce qui reste à prouver.

Lors, dit M. Élie de Beaumont, que la chaîne primitive qui joint la pointe d'Ornex, en Valais, au roc de Taillefer, en Oisans, a été soulevée, elle a crevé un dépôt stratifié qui avait été formé à une grande profondeur dans la mer. Ce dépôt était très différent des dépôts houillers proprement dits qui semblent avoir pris naissance dans les eaux douces à de faibles profondeurs. Or, les plantes qui, pendant la période du lias, ont été ensevelies au fond de la mer, ont pu ne pas provenir d'une flore qui couvrait les rivages voisins. Par quelle raison des courants marins ne les auraient-ils pas amenées de pays lointains? Les végétaux, en flottant dans les eaux, ne se décomposent pas aussi rapidement que les animaux, ils sont plus facilement transportés intacts à grandes distances: il en aurait été des végétaux de Petit-Cœur comme des graines du Mexique qui s'échouent sur les côtes de Norwége. Il est nécessaire, dit en terminant M. Élie de Beaumont, de supposer ces faits, si l'on reconnaît que toutes les impressions des schistes anthracifères de la Tarentaise proviennent des mêmes espèces de plantes que celles qui se trouvent dans les terrains houillers de l'Europe, et si, d'autre part, je suis parvenu à établir que le gîte de végétaux fossiles et de Bélemnites, situé à Petit-Cœur, appartient à la formation du lias.

A la suite de la note de M. Élie de Beaumont, M. Adolphe Brongniart a publié des *Observations sur les végétaux fossiles du terrain d'anthracite des Alpes*. Ce travail a été inséré dans les *Annales des sciences naturelles*, vol. XIV, 1828.

Parmi les échantillons rapportés des divers points de la Tarentaise, des environs de Servoz, du col de Balme, etc., M. A. Brongniart a pu distinguer au moins vingt-deux espèces de plantes. Il présente un tableau de ces vingt-deux espèces; dans ce tableau, une colonne indique les localités des Alpes où elles ont été recueillies, et une autre colonne renferme l'énumération des lieux autres que les Alpes où leurs identiques ont été trouvés:

- 2 espèces de *Calamites*.
- 1 espèce de *Lepidodendron*.
- 4 espèces de *Sigillaria*.
- 1 espèce de *Stigmaria*.
- 5 espèces de *Necropteris*.
- 2 espèces d'*Odontopteris*.
- 7 espèces de *Pecopteris*.
- 1 espèce de *Volkmannia?*
- 4 espèces d'*Asterophyllites*.
- 1 espèce d'*Annularia*.

Dans le tableau dressé par M. Brongniart, sur 22 espèces indiquées, 2 seulement n'ont pas encore été mentionnées dans les terrains houillers proprement dits, et ces 2 espèces ont la plus grande analogie avec celles de ces terrains. Bien plus, les *Lepidodendrons*, les *Sigillaires* et les *Stigmaires*, jusqu'à présent reconnus comme spéciaux à la période houillère, se retrouvent dans le terrain anthracifère, et les *Calamites* ne dépassent pas l'étage des grès bigarrés. *L'identité, au point de vue botanique entre le terrain anthracifère des Alpes et les terrains houillers est aussi complète que celle qu'on peut observer entre deux bassins houillers différents.*

Au contraire, la flore du terrain anthracifère ne présente aucun rapport avec celle de la période jurassique. Les genres qui ont existé dans les Alpes n'ont jamais paru dans le terrain jurassique. Outre ce caractère négatif, la flore des Alpes n'a aucun des caractères positifs du terrain jurassique : on n'y a pas rencontré de *Zamia* et de *Pterophyllum*, genres caractéristiques de ce terrain. Si l'on compare la flore fossile des Alpes avec les flores jurassiques de la France, de l'Allemagne, de l'Angleterre, on voit qu'il n'existe entre elles aucun rapport.

Les roches qui renferment les plantes fossiles des Alpes étant rangées par M. Élie de Beaumont dans le terrain jurassique, on doit supposer que *la répartition des végétaux de l'ancien monde fût assez différente de celle que les observations, faites jusqu'à présent, semblaient établir.*

Si la végétation a été uniforme sur toute la surface du globe pendant la période houillère, il a pu n'en être plus de même dans les époques qui l'ont suivie. *Peu à peu, les différences des climats ont dû s'établir ou devenir plus tranchées, et des végétaux différents ont dû croître sur les diverses zones de la terre.*

Ainsi, à l'époque du lias, pendant que la flore de nos régions recevait des formes nouvelles, les pays équatoriaux pouvaient encore

produire les mêmes végétaux qui, lors du dépôt des terrains houillers, couvraient les zones tempérées.

Or, les plantes jusqu'à présent connues des marnes irisées et du lias des terrains houillers semblent représenter la végétation qui existait dans des régions tempérées voisines du lieu où se formaient les couches. Les plantes au contraire des terrains anthracifères sont en fragments épars; elles ont dû être transportées de régions lointaines dans le lieu où elles sont actuellement enfouies.

La même année 1828, M. Élie de Beaumont fit paraître une seconde note tendant à confirmer la première.

Cette note est intitulée : *Sur un gisement de végétaux fossiles et de graphite, situé au col du Chardonnet (département des Hautes-Alpes) (Annales des sciences naturelles, 1828, tome XV)*. Le texte est accompagné d'une planche représentant le gisement du graphite au col du Chardonnet. Voici le résumé des faits observés par M. Élie de Beaumont.

La rangée presque rectiligne des sommités primitives qui s'étend dans la partie occidentale des Alpes, de la pointe d'Ornex, au S. de Martigny, à la montagne de Taillefer, à l'O. du Bourg d'Oisans, s'élève à travers une solution de continuité dans les couches secondaires dont on ne peut donner une idée plus juste qu'en la comparant à une grande boutonnière.... On peut prouver que chacune des parties de ce contour, considérée isolément, appartient au terrain jurassique.

Dans la boutonnière, les premières assises secondaires présentent un grès à grains grossiers passant à des poudingues dont ceux de Valorsine, du Trient, d'Ugine, d'Allevard, de la Ferrière, les grès à anthracite des environs de La Motte et du Valbonnais sont des exemples particuliers, mais qui paraît se soutenir d'une manière continue sur tout le pourtour des montagnes primitives, et les recouvrir toujours immédiatement. On le retrouve sur la partie orientale du petit groupe de cimes primitives qui s'élève à l'E. du bourg d'Oisans et d'Huez; il s'étend au pied de ce petit groupe depuis la vallée du Glandon jusqu'au mont de Lens; on le voit encore au S.-O. de Saint-Jean-de-Maurienne.

Dans cette dernière localité, on aperçoit au-dessous du grès un calcaire schisteux, accompagné d'une argile schisteuse semblable à celle de Petit-Cœur.

En suivant l'argile schisteuse jusqu'au pied du col des Berches, on y découvre des rognons de calcaire compacte noir renfermant des Bélemnites.

Lorsque du Lauzet on monte au col du Chardonnet, on rencontre une nombreuse série de couches dont les superpositions sont de nature à être positivement constatées. Ces couches sont le prolongement méridional des calcaires schisteux du bas du *vallon des pics*, et, par conséquent, elles sont supérieures à celles que l'on traverse depuis le col de la petite Olle jusqu'à l'extrémité inférieure de ce vallon (couches dans lesquelles des Bélemnites ont été trouvées).

En continuant à monter vers le col du Chardonnet, on trouve des quartz blanchâtres, puis, au-dessus, du calcaire gris blanc, au-dessus encore, des quartz blanchâtres semblables aux précédents, et ensuite des grès qui sont schisteux ou non, et qui renferment des tiges cannelées de fougères en arbres. Dans ces grès sont des exploitations d'antracite. Au-dessus des grès, on voit des calcaires gris; puis un grand système de grès constitue le vallon de la Ponsonnière et s'élève jusqu'au sommet du col du Chardonnet. On y trouve des gîtes d'antracite et de graphite, des débris de végétaux et en particulier de fougères en arbres; un échantillon a été rapporté par M. Ad. Brongniart au genre *Lepidodendron*. Près des anciennes exploitations de la mine de graphite du Chardonnet, on voit ces couches se prolonger et renfermer des espèces qui, d'après M. Brongniart, sont parfaitement caractéristiques du terrain houiller.

Le grès du col du Chardonnet appartient, ainsi que les anthracites des environs de Briançon, à la partie supérieure du grand système de schistes argilo-calcaires et de grès à anthracite dont les couches décrites à Petit-Cœur forment les premières assises; aussi observe-t-on une différence notable entre les empreintes végétales observées dans ces deux positions.

Par le tableau que M. Brongniart a composé des plantes du terrain anthracifère, on voit que certaines espèces se trouvent à la fois dans le grès du Psychagnard, contemporain des couches de Petit-Cœur, et dans le grès du col du Chardonnet, circonstance qui se joint au parallélisme et à la liaison progressive de toutes les couches pour montrer que ces deux gîtes de végétaux fossiles appartiennent à deux étages différents d'une seule et même formation.

Tout le système des grès est couronné par des calcaires dont les caractères minéralogiques et les fossiles se rapportent à ceux de La Porte de France près Grenoble. Ainsi l'antracite, le graphite et les empreintes végétales du Chardonnet sont intercalées entre le lias et la série oolithique.

La géologie n'a d'autre alternative que de placer dans le terrain houiller ou dans les terrains de transition les couches coquillières de la Tarentaise, ou d'introduire dans le terrain jurassique toutes

les couches non primitives qui s'observent dans la contrée montagneuse comprise entre le mont Blanc, le mont Rose, le mont Viso et le mont Pelvoux, couches dans lesquelles il est sans exemple qu'on ait trouvé aucune trace de Trilobite, de Productus, etc.

Il faut que le géologue soit en garde contre les caractères minéralogiques, et qu'il n'aille point par le motif du faciès des roches séparer du terrain jurassique des couches que la stratigraphie et l'étude des animaux fossiles indiquent s'y rattacher.

Les actions métamorphiques ont souvent complètement défiguré les formations des Alpes. Lorsque le voyageur quitte le bourg d'Oisans pour se rapprocher de la série des masses primitives qui s'étendent du mont Rose aux montagnes à l'O. de Coni, il voit que les roches secondaires perdent graduellement leurs caractères originaires; elles ressemblent à un tison à moitié consumé, dans lequel des fibres ligneuses intactes se prolongent dans la partie qui a été carbonisée.

Les roches quartzeuses de ces contrées ne semblent être qu'une altération des grès anthraciteux; les schistes verts et rouges qui les accompagnent paraissent être une argile schisteuse modifiée, et le gypse est sans doute une substitution des roches calcaires. Non-seulement le bitume a été décomposé par l'action des roches éruptives, mais encore son résidu charbonneux a été transformé en graphite. Ainsi le graphite du Chardonnet n'est qu'un résultat d'un accident éprouvé par les roches jurassiques.

Les analyses précédentes ont prouvé qu'avant 1828 les Alpes avaient déjà particulièrement attiré l'attention des géologues. Les naturalistes avaient espéré pouvoir, au moyen des immenses déchirures des Alpes, lire dans les entrailles de cette partie de la terre.

A partir de 1828, les études sur les Alpes changèrent de but: le contraire de ce que les anciens géologues avaient espéré arriva, et les Alpes, au lieu d'éclaircir l'histoire du globe, firent, au contraire, concevoir des doutes sur l'universalité des lois proclamées d'après l'étude des terrains qui ont conservé leur position normale.

M. Élie de Beaumont venait de découvrir des faits dont il avait tiré des conclusions en contradiction avec les données de la science, et M. Brongniart avait sanctionné ces conclusions. Parmi les géologues justement étonnés, la discussion devait s'ouvrir; elle fut vive, et, malgré les lumières des hommes les plus éminents, elle dura encore.

A la suite des découvertes de 1828, le premier auteur qui parla de la Tarentaise fut M. de la Bèche. Dans ses *Geological notes* le savant géologue anglais accepta les opinions de M. Élie de Beaumont. Les *Geological notes* forment un volume séparé, qui parut en 1830.

Parmi ces notes, l'une porte pour titre : *On the differences either original or consequent on disturbances which are observable in the secondary stratified rocks* (§ IV, page 20).

L'auteur établit que les caractères minéralogiques des roches stratifiées sont variables et insuffisants pour la détermination des divers âges géologiques.

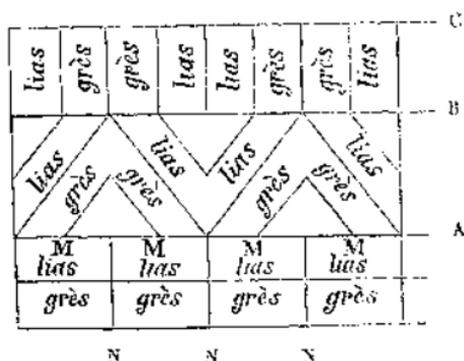
A l'appui de son assertion, il cite les terrains de la Tarentaise.

Il admet, avec M. Élie de Beaumont, que les assises à Bélemnites des Alpes savoyardes appartiennent à la période du lias, bien que par leur aspect elles diffèrent essentiellement des roches de cette période en Angleterre ; de ce fait, il tire des conclusions en faveur de l'extrême diversité des caractères minéralogiques dans les terrains stratifiés de même âge.

M. Voltz, le 4 février 1830, écrivit une lettre à M. Gueymard au sujet de la question des grès anthracifères. Cette lettre a été insérée en 1844 dans la *Statistique minéralogique, géologique, métallurgique et minéralogique du département de l'Isère*, par M. Gueymard.

Je transcris textuellement la lettre de M. Voltz :

« J'ai bien réfléchi sur les grès à anthracite à plantes houillères qui se trouvent dans vos lias. Je me suis beaucoup occupé du redressement de couches et du soulèvement de montagnes en rédigeant mon cours de géognosie. Je suis arrivé à ce principe, que si un terrain à stratification horizontale et concordante composé, par exemple, de terrain houiller recouvert de lias subit un redressement régulier sur une grande étendue en longueur et en largeur, ce



redressement aura lieu par zones parallèles M, M, M, en suivant les fissures N, N, N, aussi parallèles. Ces zones et fissures demeureront parallèles à la direction que prendront les couches de grès houiller et de lias.

» A, B, C, indiquent les positions de ces terrains depuis l'horizontalité jusqu'à la verticalité.

» Fig. A. Terrain dans son état premier.

» Fig. B. Terrain soulevé suivant des axes parallèles à N et porté à 45°.

» Fig. C. Terrain dont le soulèvement a redressé les couches verticalement.

» Ces couches se présenteront ici à l'observateur comme si les deux roches alternaient; mais l'alternance est illusoire; elle n'est pas réelle.

» N'est-ce pas un redressement semblable qui aura fait croire que les grès des anthracites et des lias alternent dans la Tarentaise et le Dauphiné? Si le redressement n'est pas arrivé à la verticalité, des culbutes de grandes masses peuvent présenter des illusions semblables. »

La même année 1830, M. Émile Gueymard traita la question des terrains anthracifères dans son ouvrage : *Sur la minéralogie et la géologie du département des Hautes-Alpes*. Le texte est accompagné d'une carte géologique.

M. Gueymard décrit les divers gîtes de combustible du département, et en particulier ceux de Neuvache, du Monétier, de la Ponsnière, du Col du Raisin et du Chardonnet.

Aucune localité des Hautes-Alpes ne lui a nettement présenté l'alternance des grès à anthracite avec le calcaire à Bélemnites et à Gryphites. — « Il me resterait, dit-il, de grands doutes sur cette alternance, si elle n'avait pas été examinée par un naturaliste aussi distingué que M. Élie de Beaumont. »

Une année après la publication de son ouvrage sur le département des Hautes-Alpes, M. Émile Gueymard en fit paraître un semblable sur le département de l'Isère. Ce travail forme un volume séparé portant pour titre : *Sur la minéralogie, la géologie et la métallurgie du département de l'Isère*, par Émile Gueymard, 1831. Il est accompagné d'une carte géologique du département.

M. Gueymard suit un ordre géographique dans l'étude des terrains de l'Isère. Parmi les localités qu'il décrit, je citerai celles où le groupe anthracifère présente un plus remarquable développement.

A Putteville, l'assise la plus inférieure est un grès à anthracite. Le grès passe à des argiles schisteuses qui renferment des empreintes végétales. La partie supérieure des couches est formée d'un calcaire à Bélemnites appartenant à l'étage moyen du lias.

Contre le ruisseau de Vaulx, le calcaire à Bélemnites recouvre les grès anthraciteux en stratification concordante.

Près de Petit-Chet, on voit les schistes talqueux surmontés par l'étage des grès et les grès couronnés, à leur tour, par le calcaire à Bélemnites du lias.

Il en est de même entre Laffrey et le Lac-Mort; de même encore auprès de Saint-Barthélemy.

La Mure est située dans le centre des montagnes de calcaire à Bélemnites. Ce calcaire se continue jusqu'à Simane et à la montagne du Psychagnard, où il renferme, outre les Bélemnites, un grand nombre de Plagiostomes, de Térébratules, de pointes d'Gursin.

Au Crey, le même calcaire recouvre un grès schisteux renfermant beaucoup de Lucines. Au-dessous de cette couche sont les grès à anthracites reposant sur les schistes talqueux en stratification transgressive. La ligne de séparation est parfaitement nette.

Les grès du Psychagnard sont riches en empreintes de fougères et de roseaux.

On exploite l'anthracite au Psychagnard. Le toit de la couche de combustible n'est séparé du calcaire à Bélemnites que par un pied d'argile schisteuse.

Dans les environs du Valbonnais, les talcites sont recouverts par des grès à anthracites vraisemblablement en couches transgressives; au-dessus des grès se présentent les calcaires à Bélemnites dans lesquels est intercalée une masse de gypse. Les terrains sont très tourmentés et brisés.

On voit que la superposition des schistes aux calcaires n'est indiquée sur aucun point :

« *Les départements de l'Isère et des Hautes-Alpes, dit M. Guymard, ne se prêtent pas à voir l'alternance des grès anthracifères et des calcaires du lias d'une manière bien satisfaisante.* »

En outre, les plantes des grès anthracifères n'ont aucun rapport avec celles du lias, ni même avec celles des marnes irisées. Les Lépidodendrons, les Sigillaires et les véritables Calamites qui ne se trouvent jamais dans ces deux terrains constituent la flore de la formation anthracifère et rappellent tout à fait la flore houillère.

« *Cependant, ajoute M. Guymard, si l'on combat l'alternance des grès avec les calcaires à Bélemnites, il faut admettre des soulèvements et des affaissements probables, mais non certains. Dans cet état de choses, on serait naturellement porté à regarder le problème comme imparfaitement résolu.* »

M. de La Bèche, dans son *Manuel géologique*, a formulé très net-

tement son opinion au sujet de la Tarentaise. Il a considéré les calcaires à Bélemnites, les schistes et les grès anthracifères comme appartenant à un même groupe, qui est celui du lias.

Voici ses propres paroles (2^e édition, 1832).

On peut dire que les débris végétaux sont associés avec des Bélemnites, en ce que celles-ci se présentent à la fois au-dessus et au-dessous d'eux, et qu'on ne peut douter qu'elles n'aient existé avant et après ce dépôt. Ainsi, pour déterminer le groupe auquel on doit rapporter ce terrain, il y aurait à examiner s'il faut attacher plus d'importance à la présence des Bélemnites ou à celle des empreintes végétales. Mais cette question se trouve résolue par la certitude que M. Élie de Beaumont paraît avoir acquise, que le même système de couches se prolonge jusqu'à Digne et à Sisteron, où elles contiennent les fossiles caractéristiques du lias.

Le 4 mars 1834, M. Dausse lut à la Société géologique de France un Mémoire portant pour titre : *Essai sur la forme et la constitution de la chaîne des Rousses en Oisans*. Ce travail a été inséré dans les Mémoires de la Société, 1^{re} série, tome II, page 125.

M. Dausse annonce que les grès de la montagne des Rousses sont intercalés dans le terrain talqueux avec un parallélisme complet de stratification. Au contraire, les calcaires à Bélemnites en sont indépendants. La première assise de la formation des schistes ardoisiers à Bélemnites est un banc de calcaire compacte, étendu en nappe sur le gneiss et comme moulé sur sa surface. En général, les couches argilo-calcaires se relèvent de tous côtés vers les roches cristallines comme si elles eussent été soulevées lors de leur apparition.

Le 2 juin 1834, MM. de Montalembert et Bertrand Geslin ont adressé à la Société géologique de France une note sur les environs de La Mure. Cette note a été insérée dans le *Bulletin de la Société*, 1^{re} série, tome IV, page 405.

MM. de Montalembert et Bertrand Geslin, en visitant la mine d'anthracite de la Roche à Blanc près La Mure, ont vu l'anthracite reposer sur des schistes argileux et des grès à fougères. Entre le Psychagnard et les marais de La Mure, ils ont observé des affleurements d'un calcaire noir qui plongeait sous les exploitations d'anthracite et qui renfermait des Bélemnites, des Gryphées et des Térébra-tules.

Ainsi, les couches de grès et de schistes du Psychagnard, dont la limite inférieure était jusqu'ici indécise, paraissent être subordonnées à l'étage supérieur du lias.

Les *Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, Tomo XXXVIII, 1835, renferment une note de M. A. Sismonda qui est intitulée : *Osservazioni geologiche sulla valle di Susa e sul Monte Cenisio, del professore Angelo Sismonda; lette nell'adunanza del 14 Dicembre 1834.*

Le texte est accompagné d'une planche de coupes.

Dans cette note, M. Sismonda décrit les calcaires placés entre le mont Viso et la vallée d'Aoste. Ces calcaires ont une position identique avec ceux déjà connus de la Maurienne, de la Tarentaise et d'autres parties de la Savoie. Avant l'apparition des roches ignées qui soulevèrent ces couches, elles formaient un même bassin. S'il ne s'y trouve plus de restes organiques comme sur d'autres points des Alpes, c'est que les actions métamorphiques les ont anéantis.

La note de M. Sismonda, ayant rapport à un pays identique avec celui de la Tarentaise, pourra éclairer l'histoire de cette contrée ; c'est pourquoi j'ai cru devoir la citer.

En 1835, M. Rozet a donné, dans son *Traité élémentaire de Géologie*, vol. I, la description sommaire des terrains des Alpes Savoyardes.

Au-dessous des couches de gneiss, dit M. Rozet, on voit sortir des masses granitiques : granite et protogine. Les roches granitiques se lient au gneiss par un leptinite tantôt talqueux, tantôt micacé.

Les micaschistes sont peu développés ; ils passent promptement aux talcschistes. Les talcschistes, à leur tour, se changent en phyllades, et les phyllades renferment des couches plus ou moins nombreuses d'un calcaire noirâtre, souvent schistoïde, dans lequel on a trouvé des Bélemnites.

D'immenses masses de calcaires, identiques minéralogiquement avec le calcaire carbonifère de Belgique, se montrent dans les Alpes, et semblent se lier intimement avec le terrain schisteux. M. Élie de Beaumont, dit M. Rozet, les rapporte encore au lias. Quant à lui, il croit devoir les classer dans son terrain carbonifère de la cinquième époque. Si les Bélemnites qui se rencontrent dans ces roches devaient absolument déterminer les géologues à les placer dans des terrains moins anciens, M. Rozet les rangerait avec MM. Boué et Studer dans la formation oolitique plutôt que dans celle du lias dont ils s'éloignent trop par leurs caractères minéralogiques et géognostiques.

En mars 1836, M. Angelo Sismonda fit paraître un Mémoire intitulé : *Osservazioni geognostiche e mineralogiche intorno ad alcune valli delle Alpi del Piemonte.* Ce travail fut inséré dans les *Memorie*

della reale Accademia delle scienze di Torino, tomo XXXIX, 1836.
Le texte est accompagné d'une carte géologique du pays situé entre Ivrea et Saint-Maurice.

M. Sismonda rend compte des observations qu'il a faites dans un voyage où il accompagnait M. Élie de Beaumont.

Il divise en deux parties le terrain jurassique de la région des Alpes comprise entre le Saint-Gothard et le Tanaro : la partie inférieure est le lias, terrain le plus ancien de tous ceux qui existent dans cette région des Alpes ; la partie supérieure est composée de l'oolite inférieure et de la série des autres terrains jurassiques, jusqu'au calcaire de la Porte de France dit aussi portlandien.

Cette division, établie par M. Sismonda, devint la base de celles qu'il adopta plus tard pour les autres parties des Alpes.

Address delivered at the anniversary meeting of the geological Society of London, on the 17th of February, 1837, by Charles Lyell, Jun., Esq.

Dans ce discours, M. Lyell rend compte d'une lettre de M. de La Bèche, où il est fait mention de couches du Devonshire, renfermant des empreintes de végétaux houillers. Il est question de savoir si ces couches appartiennent aux terrains de la houille ou font partie soit du vieux grès rouge, soit du terrain silurien.

Il y a déjà plusieurs années, M. de La Bèche rencontra une anomalie non moins grande que celle des plantes houillères du Devonshire. Il découvrit au col de Balme, en Suisse, des plantes semblables à celles de la période de la houille ; il en inféra que les couches où elles étaient renfermées appartenaient au terrain houiller proprement dit : *the true coal measures*. Mais, depuis cette époque, M. Élie de Beaumont prouva que les plantes du terrain anthracifère des Alpes devaient être rapportées au lias, ou plutôt il montra leur liaison avec d'autres couches situées à peu de distance et dans lesquelles on trouve des Bélemnites, ainsi que d'autres fossiles jurassiques.

M. de La Bèche fut d'abord sceptique, mais une nouvelle excursion dans les Alpes le convainquit, et il revint dans le Devonshire, cessant de considérer les caractères fournis par les flores comme un bon criterium de leur âge géologique : un géologue, persuadé que les mêmes plantes ont fleuri dans les latitudes européennes depuis la période houillère jusqu'à celle du lias, dut admettre sans difficulté l'existence des mêmes plantes pendant la longue période qui précéda l'époque houillère.

On a cru, dit M. Lyell, qu'entre les dépôts de charbon et le lias la même végétation a persisté sur le continent, pendant que des ré-

volutions successives avaient lieu dans les races des êtres qui habitaient les mers. Pourquoi ne penserait-on pas de même que, pendant les changements opérés dans les races des êtres marins entre l'époque houillère et l'époque du vieux grès rouge, les plantes des continents ont pu se conserver. Ainsi, il paraît logique pour le géologue qui croit à l'anomalie de la Tarentaise d'admettre l'anomalie du Devonshire.

Cependant, ajoute M. Lyell, l'exception signalée dans la Tarentaise ne peut encore être admise comme un fait irréfragable, car on doit se rappeler que les botanistes ont fixé les lois de la répartition des plantes dans les différents étages, d'après l'étude de pays non bouleversés. Dans les Alpes, les strates sont tellement dérangées que l'on a vu des géologues expérimentés rapporter des terrains crétacés à une période plus ancienne que celle de l'oolite. M. Lyell n'ose encore se prononcer. Aux savants illustres qui ont constaté les anomalies de position des plantes houillères, il croit devoir redire ces mots de M. de Buch à des géologues qui lui signalaient des découvertes extraordinaires : « Je le crois, parce que vous l'avez vu ; mais si je l'eusse vu moi-même, je ne le croirais pas. »

Osservazioni mineralogiche e geologiche per servire alla formazione della carta geologica del Piemonte, di Angelo Sismonda, professore di mineralogia (*Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2^e série, t. II, p. 4).

Ce mémoire sert de préliminaire à celui que M. Sismonda publia quelques années plus tard sur les terrains stratifiés des Alpes. L'auteur cherche à se rendre compte des différences de faciès qui séparent ces terrains de leurs identiques dans les autres pays de l'Europe. *Les schistes des Alpes*, dit-il, *étaient dans l'origine des sédiments terreux et arénacés formés par les débris de toutes les roches jurassiques auxquels ils appartiennent. Ils ont subi des actions métamorphiques aussi intenses que variées. C'est par ces actions que l'on explique comment les strates d'une même formation peuvent différer, et comment ceux d'un pays ne sont pas identiques ou analogues avec les strates contemporains d'une autre contrée.*

Mémoire sur l'âge géologique des couches anthracifères du département de l'Isère, par M. Scipion Gras (*Annales des mines*, t. XVI, 1839).

Ce mémoire est accompagné de quatre coupes représentant les superpositions des couches anthracifères du département de l'Isère : 1^{re} Coupe de la montagne du Psychagnard, près de La Mure ; 2^e vue

et coupe du terrain de gneiss sous le village de Bons, près du Mont de Lans; 3° coupe du terrain de gneiss près du Freney; 4° coupe du terrain de schiste talqueux près d'Allevard.

M. Gras, après avoir donné un précis des observations jusqu'alors recueillies sur les terrains anthracifères, annonce que les couches d'anthracite du département de l'Isère pourraient être indépendantes de la puissante formation arénacée et schisteuse où se présentent des couches du même combustible dans les Hautes-Alpes. A la vérité, l'identité des végétaux fossiles rend au premier abord l'idée de cette séparation difficile à admettre; mais, à l'identité des végétaux, *on peut opposer d'autres considérations purement géologiques, considérations qui, selon l'avis de M. Scipion Gras, sont plus concluantes, surtout dans les Alpes, où il est bien reconnu aujourd'hui que les fossiles présentent de grandes anomalies.* Il est donc possible que l'opinion de M. Élie de Beaumont sur l'âge de la formation anthracifère soit fondée pour la Maurienne et les Hautes-Alpes; mais il n'en est pas de même pour les couches à anthracite du département de l'Isère.

M. Scipion Gras entreprend une étude attentive de la superposition des terrains de l'Isère.

Les schistes talqueux forment les couches les plus anciennes du département. On les voit surtout aux environs de Saint-Théoffrey, près de Pierre-Châtel, au mont du Psychagnard, d'où ils s'étendent jusqu'au ravin de la Motte-Saint-Martin. Ces schistes sont tout à fait semblables à ceux d'Allevard et de Vaulnaveys. Ils passent au gneiss entre Mésage et Saint-Barthélemy; par conséquent, *il n'est pas douteux qu'ils appartiennent à la grande formation de gneiss et de schiste talqueux des montagnes de l'Oisans que jusqu'à présent l'on a considérées comme primitives.*

Les couches arénacées alternent avec des schistes argileux qui renferment de l'anthracite et des végétaux spéciaux à la période houillère, tels que des Lépidodendrons et des Sigillaires. Ces strates affectent les accidents qui caractérisent les assises houillères. Ils occupent presque tout l'espace compris entre les villages de Notre-Dame-de-Vaulx, de Monteynard, de la Motte d'Aveillans et de Pierre-Châtel. On les voit encore au sommet de la montagne de Sagneroux, aux environs du Psychagnard et à Simane.

Au-dessus des couches arénacées se rencontrent de puissantes assises calcaires. La plus inférieure de ces assises renferme des Bélemnites, des Plagiostomes et des Pentacrinites. Elle est d'un remarquable développement à Rocher-Blanc, près de Laffrey, à Simane et à Nantison.

A cette assise, composée de calcaire cristallin, succède une longue série de schistes argileux calcaires. Ces schistes s'étendent jusqu'au delà des vallées de l'Isère et de la Gresse, où ils sont surmontés par une assise épaisse d'un calcaire gris qui appartient à la partie la plus élevée des couches jurassiques de cette région des Alpes. On y découvre les mêmes débris d'animaux fossiles que M. Élie de Beaumont a signalés dans la Maurienne et les Hautes-Alpes ; mais on remarque cette différence que les couches arénacées avec anthracite et empreintes végétales manquent totalement, en sorte qu'il n'existe aucune raison pour ne pas ranger cette assise calcaire supérieure dans le groupe oolitique.

Telle est la série des couches que M. Gras a retrouvées dans le département de l'Isère. Après les avoir décrites, il entre dans la discussion de leur âge géologique. Il suit leurs limites et leurs superpositions. De ces études il tire deux conclusions :

1^o Les couches arénacées anthracifères du département de l'Isère, particulièrement celles que l'on observe dans le canton de La Mure, aux environs du Mont-de-Lans et d'Allevard, sont indépendantes du terrain jurassique. Leur position au-dessous de ce dernier terrain et les empreintes végétales de l'époque houillère qu'elles renferment doivent les faire classer dans le groupe des terrains carbonifères.

2^o Les relations qui existent entre les couches anthracifères et celles du gneiss ou des schistes talqueux sont telles que les unes et les autres doivent être rangées dans la même formation. Par conséquent il faut rapporter à la période carbonifère toutes les couches cristallines, le plus souvent talqueuses, qui, dans le Dauphiné et en général dans les Alpes, ont été considérées jusqu'à présent comme primitives. Ainsi le Mont-Blanc et les immenses chaînes qui s'y rattachent deviennent du terrain carbonifère.

Cette seconde conclusion, comme le déclare M. Scipion Gras, vient renverser toutes les idées émises sur la constitution des terrains alpins. Voilà un nouvel aliment de discussion.

La même année (1839), M. Scipion Gras lut à la Société géologique un second Mémoire qui confirma le premier. Ce mémoire est intitulé : *Sur le gisement de l'anthracite dans l'Oisans (Isère)* (*Bullet. de la Soc. géol. de France*, 1^{re} série, t. X, 1838-39; séance du 4 février 1839).

Les conclusions de l'auteur sont une répétition de celles que nous avons déjà fait connaître : 1^o Les couches arénacées anthracifères de l'Oisans sont indépendantes du terrain de schistes argilo-calcaires de cette contrée, que l'on considère comme contemporain de l'épo-

que jurassique, et qui ne peut, dans tous les cas, être rapporté à un âge plus élevé.

2° La position des couches à anthracite au-dessus du terrain précédent, et les empreintes végétales de l'époque houillère qu'elles renferment, doivent les faire classer dans le groupe des terrains carbonifères, groupe dont les dépôts houillers forment la limite supérieure.

3° Telle est la liaison entre les couches à anthracite de l'Oisans et celles de gneiss et de schiste talqueux qui les accompagnent, que les unes et les autres doivent être rangées dans la même formation. Par conséquent, il faut rapporter à la période carbonifère toutes les couches cristallines, le plus souvent talqueuses, qui, dans le Dauphiné et en général dans les Alpes, ont été considérées jusqu'à présent comme primitives.

Après que M. Gras eut achevé la lecture de son mémoire devant la Société géologique, M. Rozet insista sur les difficultés qui s'opposent au classement des calcaires à Bélemnites des Alpes et des schistes avec empreintes végétales dans le groupe des talcschistes, des micaschistes, etc. Ces roches constituent, selon lui, un terrain très différent : le terrain primitif. Il émit l'opinion que M. Gras avait dû être induit en erreur par un renversement de couches, qui avait déterminé une fausse apparence d'intercalation de terrain anthracifère dans le terrain primitif. M. Rozet a vu dans les Alpes plusieurs exemples de renversements semblables.

M. Nérée Boubée appuya l'opinion de M. Rozet en citant divers faits de renversements.

Au mois de septembre 1840, la Société géologique de France s'est réunie à Grenoble. Le compte rendu de cette session extraordinaire a été inséré dans le *Bulletin de la Soc. géol.*, 1^{re} série, t. XI, 1839-1840. Je vais présenter une analyse sommaire des courses de la Société à La Mure et dans la vallée de la Romanche. Mais auparavant je dois indiquer un mémoire que lut M. Guymard après le compte rendu de l'excursion, qui eut lieu dans les carrières de gypse de Champs et de Vizille. Le mémoire de M. Guymard a été inséré dans les procès-verbaux de la session de Grenoble; il porte pour titre : *Mémoire sur les calcaires altérés, magnésiens et dolomitiques, des départements de l'Isère, des Hautes et des Basses-Alpes.*

Dans cette communication, l'auteur rend compte d'un grand nombre de phénomènes métamorphiques. Il explique comment les calcaires du lias ainsi que plusieurs autres roches des Alpes sont

devenus méconnaissables. Je ne le suivrai pas dans ses études remarquables sur les modifications des couches et dans ses nombreuses analyses. Ses travaux confirment ce qui avait été dit par plusieurs auteurs sur l'extension du métamorphisme dans les Alpes.

Je passe aux excursions de la Société :

1^o Exploration des grès anthracifères de La Mure. Il s'est agi de déterminer les relations mutuelles du calcaire liasique et du grès à anthracite.

La Société a visité Nantison, le Grey et le Psychagnard. A Nantison, elle a constaté une discordance évidente entre les grès et les schistes à anthracite.

La coupe de la montagne du Psychagnard a présenté des dispositions de stratification, qui n'ont point permis d'admettre qu'il y ait concordance entre les couches du grès à anthracite et celles du lias qui leur sont superposées. Quelques membres ont aussi cru voir au Grey une discordance entre le grès à anthracite et les schistes talqueux.

Une discussion s'est engagée sur les faits observés par la Société. MM. Itier, Dubas, Coquand, Michelin et Gueymard, frappés de la discordance de stratification qui existe entre les grès à anthracite et les calcaires du lias, ont conclu que ces deux terrains étaient différents l'un de l'autre.

2^o Visite des terrains anthracifères de la vallée de la Romanche.

La Société géologique s'est proposé pour but l'étude de la position des anthracites de la vallée de la Romanche et de leurs relations avec les schistes cristallins.

A Vizille, elle est entrée dans la formation des schistes cristallins, qui constituent en grande partie les montagnes de l'Oisans. Entre Séchilienne et l'usine de Riou-Péron, elle a recueilli de nombreuses variétés de roches talqueuses, amphiboliques et diallagiques.

Lorsqu'elle a quitté la plaine du bourg d'Oisans pour remonter la vallée de la Romanche, après avoir traversé le pont de Saint-Guilherme, elle a rencontré encore des schistes cristallins. Dix minutes après avoir dépassé la Rivoire, elle a constaté dans les mêmes schistes un système de couches noires ayant environ 80 mètres de puissance. En descendant vers la rivière de la Romanche, dans un lieu où furent autrefois pratiquées des recherches d'anthracite, elle a vu à découvert le système du grès : et les schistes anthracifères ont présenté de nombreuses empreintes de *Calamites*, de *Pecopteris*, de *Sphenophyllum* analogues à celles de La Mure.

A Freney, la Société a visité la seconde bande de grès à anthracite, que M. Gras a décrite dans un de ses mémoires sur l'Isère. Elle

a observé des granwackes alternant avec des schistes talqueux et des schistes argileux. Elle a aussi rencontré des grès renfermant des Calamites et des fongères. Enfin elle a traversé le premier gisement d'anthracite du Mont-de-Lans ; elle y a recueilli les mêmes plantes fossiles, et observé les mêmes superpositions.

Une vive discussion s'est ouverte sur l'appréciation des faits :

MM. Gras, Gueymard, Coquand, Dumas et Teissier s'accordent à considérer le grès anthracifère du Mont-de-Lans comme appartenant au terrain houiller.

Quant aux schistes talqueux de cette localité, M. Gras les rapporte également au terrain houiller ; mais MM. Coquand, Dumas, Teissier et Gueymard nient ce rapprochement ; ils les considèrent comme indépendants des grès anthraciteux.

A l'appui de son opinion, M. Scipion Gras rappelle le travail qu'il a publié sur les terrains du Mont-de-Lans. Selon son opinion, les grès de La Mure appartiennent, ainsi que ceux du Mont-de-Lans, à la même formation géologique que les talcschistes. Toutes les couches cristallines qui, dans le Dauphiné et les Alpes, ont été décrites comme primitives, font partie du terrain houiller, et leur faciès particulier est le résultat des actions métamorphiques.

M. Coquand ne peut s'expliquer comment une action ignée assez énergique pour avoir modifié toutes les roches talqueuses des Alpes aurait épargné les lambeaux de grès du Mont-de-Lans et de Freney ; car ces grès n'ont pas reçu l'atteinte des actions ignées, attendu qu'ils sont très bitumineux, et que cependant la moindre chaleur eût dû suffire pour les décolorer. Ce géologue ne voit pas, comme M. Gras, des traces de passage entre les grès anthracifères et les schistes talqueux. Il suppose que ces schistes ont subi une double pression latérale qui aurait relevé leurs extrémités et les aurait ensuite rapprochées sous la forme d'un U à branches à peu près parallèles. La partie inférieure de cet U passerait sous le lit de la Romanche.

M. Gras répond que, dans l'hypothèse de M. Coquand, on devrait trouver les points de jonction des deux parties rapprochées. Cette jonction ne se voit pas ; en outre, la régularité des couches se prolonge sur une étendue de plusieurs lieues, de sorte que l'explication lui semble inadmissible.

M. Gueymard nie que les couches aient la régularité dont parle M. Gras, et, à ce sujet, il lit le mémoire suivant :

Mémoire sur les anthracites du département de l'Isère, inséré dans le *Bulletin de la Soc. géolog. de France*, en 1840-1841.

La Société géologique, dit M. Gueymard, a vu des grès que M. Gras considère comme subordonnés aux terrains de schistes talqueux. Son attention s'est principalement portée sur la localité du Mont-de-Lans et sur celle de Freney. Ces deux points présentent des circonstances complètement différentes :

1° Au Mont-de-Lans, il est incontestable que les grès anthracifères proprement dits sont intercalés dans les schistes talqueux. Mais, pour cette raison, est-ce à dire qu'ils leur soient subordonnés? M. Gueymard ne le pense pas. Son explication diffère de celle de M. Coquand. Il n'admet pas, comme cet habile géologue, un contournement des couches ayant la forme d'un U; il suppose qu'après le dépôt des schistes talqueux une large crevasse s'est opérée dans ces couches. Les strates de grès anthracifères, superposés aux schistes, ont pénétré dans cette crevasse et l'ont remplie. Ainsi s'expliquerait l'intercalation des grès anthracifères dans les schistes talqueux du Mont-de-Lans.

C'est avec M. Voltz que M. Gueymard a imaginé cette explication. Le Mont-de-Lans est une localité exceptionnelle, et sur les autres points on voit, superposés aux grès anthracifères, non plus les schistes talqueux, mais les calcaires du lias, et les schistes restent au-dessous de ces grès.

2° A Freney, dit M. Gueymard, la Société a constaté des grès enclavés comme ceux du Mont-de-Lans dans le terrain talqueux. Mais ces grès, qui passent à la grauwacke, appartiennent à un âge très différent. Ils font réellement partie du terrain talqueux, tandis que ceux de la formation anthracifère sont mêlés aux débris de la végétation luxuriante qui s'épanouit pendant la période houillère. Les grès et les grauwackes de Freney renferment peu de débris de plantes. Formés comme les schistes talqueux durant les périodes silurienne ou cambrienne, ils ont vu la nature s'essayer à produire les premières plantes; alors la température était encore trop élevée pour que la végétation eût cette fécondité dont furent témoins les âges suivants.

En résumé, les grès anthracifères sont de deux époques : les premiers, ceux du Mont-de-Lans, de La Mure, etc., sont de l'époque houillère; ils sont complètement indépendants des calcaires du lias qui les surmonte et des schistes talqueux auxquels ils sont superposés.

Les grès de Freney appartiennent à la formation de ces schistes
Soc. géol., 2^e série, tome XII.

talqueux, et comme eux ils remontent aux périodes silurienne ou cambrienne.

En terminant, M. Gueymard ajoute :

Mes conclusions, qui sont formelles, ne s'appliquent qu'au département de l'Isère, et je m'abstiens de toute réflexion pour le terrain de la Savoie, décrit par le savant Étie de Beaumont, et même pour le département des Hautes-Alpes, que je désire revoir.

Comme on peut le voir dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 1^{re} série, t. XII, 1840 à 1841, p. 35, dès la seconde séance qui suivit la réunion extraordinaire à Grenoble (16 novembre 1840), on commença la lecture des procès-verbaux de la session.

Aussitôt après cette lecture, M. Dufrenoy réclama relativement à l'âge géologique qu'ont assigné aux anthracites des Alpes les membres de la Société présents à Grenoble. Il regrette, dit-il, que les membres de cette réunion se soient prononcés d'après l'examen de quelques localités exceptionnelles. La discordance de stratification qui existe au Psychagnard n'est qu'un fait isolé de peu d'étendue. Sur un grand nombre d'autres points, et notamment à la Combe de Mallaval, on peut voir intercalés, dans les calcaires des Alpes et en stratification concordante, les schistes talqueux et micacés renfermant des empreintes de végétaux changés en matière talqueuse, et absolument semblables à celles qui ont été recueillies par les membres de la Société.

M. Michelin répondit que la présence de Bélemnites indéterminables ne lui paraît pas suffisante pour contre-balancer celle de vingt espèces végétales se rapportant toutes à la flore houillère. Il préfère, ajouta-t-il, classer tous ces dépôts dans le terrain houiller, et admettre que les Bélemnites ont apparu à l'époque de la formation de ce terrain.

La question de la Tarentaise a été soulevée dans la seconde réunion des savants italiens qui s'est tenue à Turin (Voir *Atti della seconda riunione degli scienziati italiani, tenuta in Torino*. — Septembre 1840).

Dans la séance du 19 septembre (voir p. 87), la discussion s'engage sur l'âge des anthracites de la Savoie. M. Despine communique sur le bitume de la Savoie une note dans laquelle il signale de l'anthracite renfermé entre des lits de schiste micacé argileux.

Après cette note, M. l'abbé Chamousset fait remarquer que dans la Maurienne l'anthracite se trouve aussi intercalé dans le schiste micacé.

M. Sismonda répond que le schiste micacé dans lequel M. Chamousset signale de l'anthracite semble être une de ces roches métamorphosées qui sont fréquentes dans la Savoie, mais qui ne sont pas le vrai micaschiste primordial.

M. Michelin traite de l'âge géologique du terrain anthracifère de la Savoie, et rappelle que la Société géologique assemblée à Grenoble a conclu que ce terrain devait être rapporté à la période carbonifère.

M. Sismonda énumère les raisons d'après lesquelles M. Élie de Beaumont et d'autres géologues ont cru devoir classer dans le lias les terrains anthracifères des Alpes. Il insiste sur la présence des Bélemnites dans les calcaires de ces terrains, et il assure qu'à Petit-Cœur ces fossiles alternent avec l'anthracite.

Dans la séance du 24 septembre de la même réunion (p. 101), M. Itier rend compte des explorations qui ont été faites par la Société géologique de France pendant la session de Grenoble.

Le professeur Sismonda présente sa carte géologique de la partie continentale des États sardes. Il indique les raisons qui l'ont conduit à comprendre dans une seule teinte l'ensemble des roches qu'il a rapportées au lias ; les caractères minéralogiques de ces roches sont variés, mais elles présentent des passages incontestables.

Le président de la réunion, M. le marquis Pareto, expose les observations qu'il a faites dans le département du Var et dans les Alpes des environs de Nice ; dans ces contrées, dit-il, on peut distinguer, au-dessous du lias, des couches secondaires plus anciennes que cet étage.

Le secrétaire, M. Pasini, croit également que la partie inférieure du terrain désigné par M. Sismonda sous le nom de lias pourrait être un terrain plus ancien. Dans le département du Var, sur les bords du lac de Côme et dans les Alpes lombarde-vénétiques, un terrain ancien, formé de calcaire arénacé, sépare les roches secondaires des roches cristallines, qui forment le fondement de ces contrées. Ce terrain doit-il manquer absolument dans les Alpes piémontaises ?

M. le professeur Sismonda répond que les études de MM. Élie de Beaumont, de Collegno, et les signes propres ne peuvent lui permettre de détacher aucune partie du terrain de lias, tel qu'il l'a défini, pour en former un démembrement de terrain ancien.

M. Itier cite des exemples d'après lesquels il croit devoir conclure que le calcaire du lias et le terrain anthracifère sont indépendants l'un de l'autre, que ce dernier est plus ancien et doit être rapporté à la période carbonifère.

Le professeur Sismonda répond que de si grands bouleversements ont changé la face des contrées occupées aujourd'hui par les Alpes, que

les phénomènes locaux cités par M. Ilter peuvent s'expliquer par ces bouleversements. Lorsqu'il a établi des séries de superposition, comme par exemple à Petit-Cœur et au col de la Madeleine, il n'a point pris pour base d'études d'étroits lambeaux de pays, ni des couches dont la stratification est dérangée de toute part.

M. Michelin objecte que les plantes du terrain anthracifère de la Savoie appartiennent à la formation carbonifère. La présence des Bélemnites dans ce terrain est une raison insuffisante pour permettre de le rapporter à la formation du lias : un grand nombre de caractères botaniques doivent prévaloir sur un seul caractère zoologique, surtout lorsque les espèces des Bélemnites ne sont pas exactement déterminables.

M. Sismonda répond que les Bélemnites déterminent avec une netteté si grande l'horizon du lias, qu'elles fournissent un caractère, selon lui, préférable à ceux que toutes les plantes peuvent offrir. Son opinion ne saurait donc être ébranlée; il se trouve d'accord avec un grand nombre de géologues, et renvoie, pour les explications de sa manière de voir, à son Mémoire sur les terrains stratifiés des Alpes.

Memoria sui terreni stratificati delle Alpi, di Angelo Sismonda, professore di mineralogia. — *Memorie della reale accademia delle scienze di Torino*, sér. II, t. II, p. 1, 1841; accompagné d'une planche de coupes.

Ce mémoire a jeté de vives lumières sur la géologie des Alpes, et en particulier sur les terrains de la Tarentaise. Je ne peux mieux faire, pour en donner connaissance, que de présenter à la Société une partie du résumé qu'en a donné M. Murchison dans son discours de 1843, prononcé au *meeting* de la Société géologique de Londres.

Address delivered at the anniversary meeting of the geological Society of London, on the 17th of february, 1843, by sir Roderick Impey Murchison, 1843.

La géologie du nord de l'Italie et des Alpes occidentales, dit M. Murchison, a fait de grands progrès par suite des travaux de M. Sismonda. Ce savant géologue a divisé en deux parties les masses de roches cristallines des Alpes piémontaises : la partie inférieure peut être réellement appelée gneiss, ou micaschiste primaire; l'autre portion, qui a les mêmes caractères pétrologiques, alterne avec des grès quartzeux et repose en discordance sur la première série; elle constitue des dépôts aqueux véritablement métamorphosés. Considérant les bouleversements et les changements qu'ont subis ces dernières roches, l'auteur ne se décide pas à fixer leur âge.

Je me permettrai de faire observer, ajoute ici M. Murchison, que M. Sedgwick et moi-même avons trouvé des *Productus* et des Encrinites dans des roches cristallines des Alpes orientales; il est probable que plusieurs des masses des Alpes occidentales, dans lesquelles des restes organiques n'ont pas encore été découverts, peuvent correspondre à la période paléozoïque.

Il est, dans les Alpes, un troisième groupe qui pourrait encore, par son aspect minéralogique, être confondu avec les roches primaires, et cependant il est depuis longtemps reconnu que des strates du lias y sont renfermés.

Depuis le jour où M. Élie de Beaumont montra aux géologues étonnés des Bélemnites dans les schistes chloriteux et micacés, ces roches profondément altérées du lias excitèrent l'intérêt le plus vif, d'autant plus que les Bélemnites se trouvèrent associées avec des plantes que M. Adolphe Brongniart identifia avec des espèces de l'époque carbonifère. Désireux d'expliquer cette anomalie apparente, M. Sismonda suit les couches depuis le Mont-Blanc jusqu'au département des Basses-Alpes, et, d'après les fossiles qu'il rencontre dans ce département, il conclut que les calcaires cristallins, les quartz et les conglomérats quartzeux appartiennent à la grande série jurassique. Depuis le lias jusqu'au *portland stone* inclusivement, les formations sont plus ou moins métamorphosées, selon qu'elles sont plus rapprochées ou plus éloignées des grands centres d'éruption plutonique.

M. Sismonda soutient les vues de M. Élie de Beaumont. Selon son opinion, les coupes des terrains révèlent clairement leurs superpositions; on ne peut supposer un de ces renversements en masse, si communs dans les pays de montagnes, et par lesquels on explique souvent la superposition de strates sur d'autres moins anciens. Il croit que les plantes dont on a trouvé des empreintes au-dessus des couches à Bélemnites vivaient à la même époque que ces animaux. Il reste à expliquer comment des plantes qui indiquent un climat dont la température était très élevée peuvent avoir continué à croître dans quelques lieux favorisés pendant plusieurs époques géologiques successives, tandis qu'elles ont été détruites dans d'autres parties du monde.

M. Sismonda prend le lias comme point de départ. Il rapporte à la grande oolite une série de calcaires, de grès et de schistes qu'il peut reconnaître par le moyen de lambeaux de strates dont l'origine n'a pas été défigurée.

Un autre groupe est classé par M. Sismonda dans l'oxford-clay. Il est composé de grès, de conglomérats quartzeux, de psammites, de schistes métamorphiques différents des précédents. Ce groupe s'étend

dans les Alpes génoises et piémontaises ; il est aussi largement développé dans les Alpes, au col de Tende, et dans la vallée du Tanaro. Jusqu'à présent, les géologues, trompés par la couleur rouge et d'autres caractères, l'avaient cru correspondant au nouveau grès rouge.

Les dépôts supérieurs de la série oolitique des Alpes sont formés de calcaires très chargés de polypiers qui peuvent être assimilés au corallrag et au portlandien des Anglais.

Après cet aperçu des divers terrains des Alpes, M. Sismonda débattit sur la question de savoir si les couches à Bélemnites de Petit-Cœur, qui lui ont servi de point de départ dans ses études stratigraphiques, sont véritablement jurassiques. Comme les espèces de Bélemnites ne sont pas encore déterminées, on pourrait croire qu'elles appartiennent aux terrains crétacés aussi bien qu'aux terrains jurassiques ; mais, s'il est difficile de supposer que les plantes bouillères ont survécu jusqu'à l'époque liasique, il l'est bien plus encore de croire qu'elles ont passé jusque dans la période de la craie. D'ailleurs le gisement des roches, que M. Sismonda rapporte au lias, n'a aucun rapport avec celui de la craie dans les autres parties des Alpes, et le lias forme partout la base des roches sédimentaires.

Si l'on prétend que les schistes de Petit-Cœur ne représentent pas le lias, mais les terrains cambriens, siluriens, ou carbonifères, on accorde une importance exclusive aux empreintes végétales, et l'on ne tient aucun compte des caractères que fournissent les débris des animaux fossiles ; car, parmi les fossiles trouvés dans cette vaste contrée, nul ne caractérise les terrains antérieurs au lias ; on n'y découvre ni Trilobites, ni *Productus*, ni *Evomphales*, tandis qu'on rencontre des débris d'animaux appartenant à un âge moins ancien.

La rareté des fossiles du lias dans les Alpes est facile à expliquer ; on en peut indiquer deux raisons.

En premier lieu, le métamorphisme a dû amener la destruction des substances organiques, les actions chimiques en ont anéanti les traces, et il s'est passé le même phénomène qui se produit dans un creuset lorsque, après l'avoir rempli de diverses sortes de terres et de coquilles, on l'expose à une température très élevée.

En second lieu, les mers, dont l'emplacement est aujourd'hui occupé par les Alpes centrales, ont pu ne renfermer qu'un petit nombre d'animaux. Tandis que des régions, riches en fossiles du lias, représentent les dépôts qui se sont opérés sur les rivages des mers liasiques, les Alpes correspondent aux parties centrales de ces mers, parties qui, par suite de leur grande profondeur, devaient être peu peuplées.

Cette manière de voir, dit M. Sismonda, est une confirmation des

vues de M. Élie de Beaumont, qui, frappé de l'immense épaisseur des terrains oolitiques, écrivit ces lignes :

« La partie centrale des Alpes semble offrir à nos regards l'état pélagien du dépôt dont les collines des environs de Bath et d'Oxford nous présentent l'état littoral. »

Sur les points où les roches plus anciennes renfermaient des schistes et du calcaire, ces roches durent produire une partie des sédiments qui formèrent les dépôts du lias. Sur l'emplacement où sont aujourd'hui les Alpes, les mers battirent des terrains primitifs, et ainsi se constituèrent ces terrains qui renferment de préférence des éléments quartzeux. En effet, quelle que soit la quantité de matières apportées de loin dans une formation, la plus grande masse des sédiments est toujours fournie par le sol que les eaux baignent et désagrègent.

A son Mémoire sur les terrains stratifiés des Alpes, M. Angelo Sismonda a joint une note sur le Mémoire de M. Scipion Gras, intitulé : *De l'âge géologique des strates dans le département de l'Isère.*

Comme les terrains étudiés par M. Gras paraissent identiques avec ceux de la Tarentaise, M. Sismonda croit pouvoir exprimer des doutes sur la classification établie par ce géologue.

En effet, parce que les roches de la Tarentaise ne renferment pas de fossiles jurassiques dans telle ou telle localité, on n'est pas en droit de les exclure d'un terrain fossilifère, attendu que l'on voit journellement des couches renfermer sur un point des débris organiques, et, sur un autre point, en être dépourvues.

D'après les descriptions parfaitement claires de M. Gras, M. Sismonda ne peut douter que les roches dont il traite ne soient de la même nature que celles des formations oolitiques des Alpes; il reconnaît leur similitude par les accidents des strates, par leur gisement et par leur richesse en combustible. Il croit donc pouvoir assurer que le terrain décrit par M. Gras appartient à la formation jurassique, et non à la formation carbonifère.

Quant à l'opinion de ce géologue au sujet des terrains cristallins situés au-dessous du terrain anthraciteux, il est tout à fait d'accord avec lui; il ne doute pas que la plus grande partie du terrain jugé primitif dans les Alpes ne provienne des métamorphoses particulières des sédiments inférieurs au lias.

En 1844, parut la *Statistique minéralogique, géologique, métallurgique et minéralurgique du département de l'Isère*, par Émile Gueymard.

M. Gueymard étudie spécialement la question du gisement des grès anthracifères. Il visite successivement les environs de Rocher-Blanc, de Nantison, de Simiane, de Prunières, de Venosc, de la montagne des Rousses. Je n'insisterai pas sur les conclusions de M. Gueymard ; elles sont les mêmes que dans son mémoire lu en 1840, lors de la session de la Société géologique de France à Grenoble. Il admet dans l'Isère trois formations indépendantes : les terrains cambriens et siluriens représentés par les schistes talqueux ; les terrains houillers composés de grès anthracifères ; enfin le terrain du lias représenté par les calcaires à Bélemnites.

Au mois d'août 1844, la Société géologique tint sa session extraordinaire à Chambéry. Un des buts principaux qu'elle se proposait était de soumettre à de nouvelles investigations le terrain anthracifère des Alpes.

Dans la séance du 16 août, M. Rozet fit une communication intitulée : *Note sur quelques parties des Alpes douphinoises.*

Les opérations géodésiques dont M. Rozet a été chargé lui ont permis d'entreprendre une suite d'observations géologiques dans le pays des environs de Vizille.

Il étudie : 1° le granite de ces contrées ; 2° le terrain schisteux métamorphique ; 3° le terrain jurassique ; 4° le terrain du grès vert ; 5° les terrains tertiaires ; 6° le terrain diluvien.

Enfin, il fait connaître les lignes de dislocations.

Des observations consignées dans cette note, l'auteur tire les conclusions suivantes :

1° Le terrain schisteux a été pénétré par un grand nombre de roches feldspathiques et quartzzeuses, qui en ont tellement modifié les différentes parties qu'elles ont plus ou moins complètement changé de nature et d'aspect. Ce terrain, contenant des couches charbonneuses avec des empreintes végétales de même espèce que celles du terrain houiller, ne peut pas être rapporté à une époque plus ancienne que le groupe carbonifère le plus inférieur, et peut être rapporté à une époque beaucoup plus récente.

2° Une grande masse calcaréo-argileuse, avec Bélemnites et quelques autres fossiles du groupe liasique, offrant les plus grandes analogies avec celle de Vassy, près Avallon, et avec celle qui constitue en grande partie l'Atlas de Barbarie, recouvre transgressivement, au moins sur un grand nombre de points, le terrain métamorphique. Diverses parties de cette masse offrent des modifications très remarquables, qui semblent être en rapport avec le soulèvement de la chaîne principale des Alpes, comme les éruptions basaltiques de

l'Auvergne. Les dépôts anthracifères que renferme ce terrain, et qui se trouvent au moins à la partie inférieure, semblent le lier intimement au précédent. Ces terrains doivent cependant être séparés et rapportés, l'un au terrain jurassique inférieur, et l'autre au terrain carbonifère.

3° Aux environs de Grenoble, les étages supérieurs du terrain oolitique se montrent au-dessus du groupe à Bélemnites; mais, dans les autres localités du Dauphiné, ce groupe est recouvert transgressivement par celui du grès vert.

Les grandes modifications des terrains schisteux et calcaréo-argileux à Bélemnites sont le résultat de tous les bouleversements et des éruptions de diverses natures et de différentes époques qui ont eu lieu dans la contrée.

La puissance de la masse calcaréo-argileuse à Bélemnites dépassant souvent 700 mètres, la mer dans laquelle elle s'est déposée devait être beaucoup plus profonde ici que dans les autres parties de la France où elle existe également, mais avec une puissance toujours inférieure à 100 mètres, et, à la place de cette mer si profonde, se trouvent maintenant nos plus hautes montagnes, fait remarquable qui ne peut être expliqué que par une grande déformation de la croûte du globe.

Après la communication de M. Rozet, M. Scipion Gras rappelle quelques-unes de ses opinions. Il persiste toujours à considérer les granites du Dauphiné comme des variétés de protogine appartenant au terrain schisteux, et les calcaires à Bélemnites comme une modification des roches de ce terrain. Selon lui, comme selon M. Rozet, les spilites ne sont qu'une altération des calcaires.

M. Sismonda fait observer que l'alternance des schistes argileux à Bélemnites et des grès cristallins est un fait très commun dans la partie occidentale des Alpes et plus commun encore dans la région orientale. Il persiste dans l'opinion que les schistes à Bélemnites et à empreintes végétales ne doivent pas être placés plus bas que le lias dans l'échelle géognostique. S'il avait à modifier sa manière de voir, il préférerait rapporter ces schistes à des étages jurassiques moins anciens plutôt que de les faire descendre au-dessous du lias.

M. Michelin demande à M. Sismonda pourquoi, dans la détermination de l'âge des schistes à empreintes végétales et à Bélemnites, il s'arrête uniquement aux inductions tirées de la présence des Bélemnites et des Ammonites, sans tenir nul compte de celle des végétaux qui ont été reconnus pour des espèces du terrain houiller. Il avait paru, ajoute-t-il, à la grande majorité des membres qui ont pris part à la réunion de Grenoble en 1840, que la formation à

anthracite et à empreintes végétales n'est pas liée à celle qui renferme les Bélemnites. Ne serait-il pas plus sage d'admettre ce dernier fait, et d'expliquer les alternances de ces deux terrains par un renversement de roches ou par un plissement qui aurait eu lieu sur une grande échelle ?

M. Favre appelle l'attention de la Société sur l'idée d'un plissement qu'il avait déjà présentée, il y a trois ans, pour expliquer l'anomalie des superpositions observées. Il cite pour exemple un plissement qu'il a observé près de Bonneville.

M. Chamousset signale aussi plusieurs exemples de plissement. Ces anomalies, dit-il, peuvent, en certains cas, induire en erreur. Je dois cependant avouer que je n'ai jamais rencontré de semblables renversements dans les roches de la Savoie, plus anciennes que l'oxford-clay, ou tout au moins que l'oolite inférieure.

M. Sismonda répond à MM. Michelin, Favre et Chamousset que, dans ses excursions si nombreuses au sein des montagnes des Alpes, il n'a pu découvrir aucun plissement dans le lias ni dans les roches inférieures au lias.

M. Agassiz demande si l'on trouve à la fois les empreintes et les Bélemnites dans une même couche.

M. Sismonda répond qu'il les a observées sur une longueur de 25 à 30 lieues.

M. Agassiz envisage principalement la question au point de vue paléontologique. Il ne croit pas que les Bélemnites et les fougères aient vécu en même temps ; ce serait un fait trop anormal. Il reste persuadé que les fougères et les Bélemnites appartiennent à deux formations distinctes, quoiqu'il ne sache comment expliquer leur rapprochement à Petit-Cœur. Il n'émet d'ailleurs aucun doute sur les déterminations qui ont été faites par M. Deshayes pour les coquilles fossiles, et par M. Adolphe Brongniart pour les plantes.

M. Dabois de Montpéroux croit que les plissements ont pu produire les effets les plus bizarres. Il cite pour exemple un plissement qu'il a observé en Tartarie.

M. Virlet objecte « qu'il lui semble impossible que des observa-
» teurs aussi expérimentés et aussi attentifs que MM. Élie de Beau-
» mont et Sismonda aient pu se laisser induire en erreur, soit par
» un renversement de couches, soit par un plissement analogue à
» ceux dont on vient de parler, surtout dans une question d'une
» aussi haute importance géologique, surtout encore lorsque ces
» géologues sont allés plusieurs fois visiter les lieux en société d'autres
» géologues, parmi lesquels on ne doit pas oublier M. Brochant de

« Villiers, le savant le plus intéressé à bien constater l'exactitude
 » des faits (1). »

Dans la séance du 16 août de la même session extraordinaire, M. Scipion Gras lut un mémoire intitulé : *Introduction à un essai sur la constitution géologique des Alpes centrales de la France et de la Savoie.*

Voici les titres des paragraphes de ce mémoire :

Considérations préliminaires. — Difficultés de la géologie alpine. — Limites du pays décrit ; son aspect physique.

Terrain talqueux. — Inflexion et étendue de ce terrain. — Sa constitution.

Terrain granitique du Piémont.

Terrains de sédiment non cristallins. — Terrain anthracifère inférieur à l'intérieur des Alpes centrales. — Rapports entre le terrain anthracifère inférieur et le terrain talqueux. — Terrain anthracifère supérieur. — Disposition symétrique des formations anthracifères. — Partie orientale du terrain anthracifère inférieur. — Particularités remarquables du terrain anthracifère. — Vallées et montagnes que constitue le terrain anthracifère à l'intérieur des Alpes. — Aspect physique du terrain anthracifère à l'intérieur des Alpes. — Terrain anthracifère inférieur à l'extérieur des Alpes centrales.

Terrain jurassique. — Vallées que constitue le terrain jurassique ; aspect général de ce terrain. — Roches métamorphiques des Alpes. — Résumé de la structure générale des Alpes occidentales. — Difficulté de fixer l'âge géologique du terrain anthracifère. — Division de l'ouvrage en cinq parties.

(4) C'est ici le lieu d'insérer une note qui sans doute ne sera pas sans intérêt. Brochant de Villiers, le géologue qui avait le plus formellement énoncé l'opinion que les terrains anthracifères appartenaient à la période de transition, alla, après les découvertes de 1828, visiter Petit-Cœur et les pays environnants avec MM. Élie de Beaumont, Dufrenoy et Charles d'Orbigny. A la suite de ce voyage, il abandonna sa première manière de voir sur la Tarentaise, et rapporta les couches, autrefois considérées par lui comme de transition, au terrain secondaire. M. Sismonda annonce ce changement des idées de M. Brochant dans son mémoire sur les terrains stratifiés. M. Charles d'Orbigny possède un document d'un haut intérêt pour la question dont il s'agit : c'est le journal de ce même voyage en Tarentaise, où l'on voit M. Élie de Beaumont guidant M. Brochant dans les localités où il a découvert l'existence du terrain jurassique, et modifiant successivement les idées de ce savant géologue à mesure qu'ils parcourent ensemble de nouvelles localités.

Je ne rappellerai pas ici les opinions de M. Scipion Gras, car les résumés de ses travaux précédents les ont déjà fait connaître, et j'aurai occasion de les signaler de nouveau, lorsque j'analyserai son mémoire publié en 1854 sur le terrain anthracifère.

Dans la séance du 23 août de la session extraordinaire de 1844, M. Chamousset fit l'exposé du voyage entrepris par les membres de la réunion extraordinaire en Tarentaise.

Un peu avant d'arriver à Petit-Cœur, la Société géologique a vu les schistes talqueux plonger sous un poudingue ou conglomérat, qui est lui-même recouvert par les schistes ardoisiers. Elle a été conduite à une galerie de recherches où l'on avait essayé l'exploitation de l'anthracite intercalée dans la masse des schistes ardoisiers, et où MM. Élie de Beaumont, Fournet, Sismonda, Chamousset avaient déjà constaté dans une même formation l'existence des Bélemnites et des empreintes végétales.

L'anthracite de Petit-Cœur est encaissé dans l'intérieur de la masse des schistes, sans qu'on puisse assigner aucune différence minéralogique et géologique entre les schistes qui lui sont inférieurs et ceux qui le recouvrent. Les empreintes végétales des schistes sont si nombreuses et si bien conservées qu'on croirait visiter un magnifique herbier artificiel. Il a été facile d'y reconnaître les plantes caractéristiques de la période houillère. A moins d'un pied de distance des empreintes végétales et au-dessous d'elles, la Société a trouvé dans le même schiste des Bélemnites montrant dans leur intérieur la forme radiée et souvent leurs alvéoles. Il a été impossible d'apercevoir dans la masse schisteuse qui renferme les Bélemnites et les empreintes la moindre séparation qui pût faire soupçonner des formations différentes, dont l'une contiendrait les Bélemnites, et l'autre les empreintes. Il n'est même pas possible de faire deux couches distinctes de cette même masse schisteuse.

Il ne sera plus permis de douter, dit M. Chamousset, de l'existence simultanée des Bélemnites et des empreintes végétales dans une même formation à Petit-Cœur. Il a été évident pour tous les membres de la Société que l'on ne peut aucunement admettre l'explication d'un plissement qui aurait rapproché les fossiles de deux formations différentes, et produit une alternance apparente entre les couches à Bélemnites et les couches à empreintes.

M. Sismonda a fait observer que les schistes de Petit-Cœur se continuent jusqu'au col de la Madeleine, où leur position géologique et leur texture minéralogique sont identiques. Or, non-seulement dans ces schistes M. le chanoine Depommier et M. Chamousset ont

trouvé des Bélemnites semblables à celles de Petit-Cœur, mais encore M. Sismonda y a découvert des Ammonites, et M. l'avocat Duplan, de Montiers, a montré à la Société plusieurs de ces fossiles qui venaient de la même localité. Voilà donc les Ammonites et les Bélemnites associées avec les empreintes végétales.

M. Genin a mis sous les yeux de la Société une collection de schistes argilo-talqueux et de grès également talqueux, provenant de la *Roche-Noire* des environs de Presles. En Tarentaise, la Société n'avait rencontré l'anhracite qu'au delà de Petit-Cœur ou sur le flanc oriental des roches cristallines. A Presles, au contraire, les grès à anhracite reposent sur le flanc occidental des mêmes roches; celles-ci, à l'époque de leur soulèvement, ont rejeté à droite et à gauche les terrains anhracifères.

M. Michelin ayant demandé à M. Sismonda si dans son opinion les Alpes manquent entièrement de terrains de transition, de terrain houiller et de trias, ce savant géologue a répondu affirmativement.

M. Clément Mullet inséra dans les *Mémoires de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube*, année 1845, un mémoire intitulé :

Souvenirs de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Chambéry en août 1844.

En parlant de l'excursion à Petit-Cœur, M. Clément Mullet s'exprime ainsi : « On trouva des Bélemnites, non point, il est vrai, mêlées aux végétaux, mais elles occupaient deux couches, entre lesquelles gisait sans intermédiaire la couche à empreintes végétales. Comme cette disposition indiquait une époque contemporaine, les plus incrédules furent obligés de reconnaître la réalité du mélange des deux genres de fossiles. »

Et plus loin : « Ce phénomène géologique, reconnu par la Société, est très grave, puisqu'il établit d'une manière irréfragable le mélange des Bélemnites avec les végétaux houillers et les Ammonites du lias. Nous avons donc affaire à un terrain très problématique et à un classement difficile, où deux principes bien constatés viennent s'entre-heurter. Aussi est-on convenu, jusqu'à nouvel ordre, de regarder ce terrain comme une exception à la règle générale. »

Tous les géologues connaissent les beaux travaux de M. Fournet sur la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans. Ces Mémoires ont été insérés dans les *Annales des sciences physiques et naturelles, d'agriculture et d'industrie*, publiées par la Société

royale d'agriculture de Lyon, dans le tome IV, mai et juillet 1841, janvier 1842, et dans le tome IX, 1846. Ils ont pour but principal l'étude des phénomènes métamorphiques qui ont changé l'aspect des roches alpines.

M. Fournet n'explique pas le métamorphisme par un flux de vapeurs chaudes dont l'action aurait opéré la transformation des roches. Les vapeurs qui ont traversé les masses des Alpes sont bien connues par les résultats qu'elles ont produits : des tuméfactions gypseuses purement locales et des cargneules, véritables squelettes de diverses roches siliceuses, indiquent à la fois leur nature sulfureuse, leur rôle chimique et les étroites circoncriptions de leurs débouchés. Or, rien de semblable ne se voit dans les roches métamorphisées des Alpes. Le métamorphisme est le résultat direct de la chaleur produite par les épanchements ou les éruptions ignés. Si l'on émet des doutes sur la chaleur dégagée par les masses plutoniques, c'est que l'on ne possède ni coupes, ni cartes où les filons éruptifs soient tracés de manière à être distingués des schistes métamorphiques.

Les schistes ont été plus facilement métamorphosés que les calcaires et les conglomérats, parce qu'ils ont opposé moins d'obstacle à l'extrême diffusion des roches pyroïdes, cause des changements survenus dans les roches.

Tous les schistes n'ont pas été soumis à des actions ignées. Le schiste argileux est une argile qui, schisteuse et plastique dans l'origine, est devenue indélébile. Par suite de quelle action ce phénomène s'est-il opéré? Est-ce par l'action de la voie sèche? M. Fournet croit qu'il pourrait en être des schistes comme de certains bols, certaines lithomarges qui sont privées de plasticité, quoique leur formation puisse être considérée comme essentiellement aqueuse. Ainsi la perte de plasticité n'emporte pas la preuve qu'une roche a subi une cuisson. On se demande donc si, pour occasionner cette perte de plasticité, il ne suffit pas que la force de cohésion se développe de la même manière que dans la conversion de la silice soluble des lessives alcalines en silice insoluble; s'il en était ainsi, on serait en quelque sorte autorisé à répéter le vieil adage : *Longoque induit ovo.*

Je ne suivrai pas M. Fournet dans ses savantes recherches sur le métamorphisme des roches des Alpes; cette étude n'entraînerait trop loin. Je citerai seulement les quelques lignes qui suivent, où ce savant propose une opinion nouvelle sur l'âge d'une partie des terrains de la Tarentaise : « *Lors, dit M. Fournet, qu'on se rapproche des foyers plutoniques, on ne voit plus que des masses dont il est impossible de déterminer le rang géologique. D'ailleurs leur*

épaisseur, déduction faite des filons intercalés, est encore telle qu'on est en droit de se demander s'il n'y auroit pas, au-dessous des terrains jurassiques bien constatés, des formations équivalentes aux terrains triasiques ou à d'autres encore plus anciens. Je suis très porté à admettre un trias alpin, à cause de la ressemblance frappante qui existe entre les grès bigarrés et les grès du Bout du Monde, près d'Allevard. »

Des discussions sur la Tarentaise ont été renouvelées dans la réunion des savants italiens de 1847. *Atti della ottava riunione degli scienziati italiani, tenuta in Genova, dal 14 al 19 settembre 1846.*

Dans la séance du 19 septembre, l'abbé Chamousset expose ses observations sur le terrain anthracifère des Alpes. Il compare les caractères minéralogiques de ce terrain, ainsi que ses débris végétaux, avec ceux de la formation houillère proprement dite, et il conclut qu'il est impossible de ne pas le considérer comme un membre du terrain carbonifère. Les Bélemnites étant les seuls indices d'après lesquels on pourrait le rapporter au lias, M. Chamousset préfère supposer le fait nouveau de l'existence des Bélemnites dans le terrain carbonifère que de ranger dans le lias le terrain anthracifère des Alpes.

M. le professeur de Collegno fait observer que les grès anthracifères avec empreintes de fougères se trouvant au-dessus des couches à Bélemnites, si on veut les considérer comme liasiques, on doit les supposer contemporains des grès liasiques de Briançon.

Le président de la réunion, M. le marquis Pareto, demande si les grès de Briançon se lient avec ceux de Digne, qui sont certainement placés au-dessus du calcaire à Gryphées arquées.

M. de Collegno répond qu'il croit les grès de Briançon supérieurs aux schistes du lias.

M. le marquis Pareto rappelle que le conglomérat de la Tinea est inférieur au calcaire à Gryphées arquées. Il pense que le conglomérat de la Savoie est son analogue et se trouve placé au-dessous du lias.

M. de Collegno, qui a plusieurs fois visité les terrains anthracifères des Alpes, du Dauphiné et des environs de Briançon, fait observer qu'en allant de Toloue à Digne et à Grenoble, on voit le lias caractérisé par la Gryphée arquée et le *Spirifer Walcotii*, superposé aux marnes irisées, qui ont un grand développement dans le Var, tandis que dans les Basses-Alpes elles sont à peine indiquées par quelques dépôts de gypse et des sources salées.

M. Coquand dit que, sous le calcaire à Gryphées, on voit, en allant

de Digne à Barcelonnette, un puissant système de grès avec anthracites et empreintes de fougères. Évidemment ce système est inférieur au lias et appartient à la formation carbonifère. Les schistes cristallins qui se montrent dans les Alpes du Dauphiné, ainsi que dans la chaîne des Maures et de l'Estérel, représentent des lambeaux du bassin, dans l'intérieur duquel se sont déposés successivement les terrains carbonifères, le trias et les formations secondaires qui s'observent entre le Mont-Blanc et la mer Méditerranée.

M. Ewald demande s'il est bien constaté qu'à Petit-Cœur les Bélemnites se trouvent tantôt au-dessus, tantôt au-dessous des couches à empreintes; car, pour voir le point où elles semblent superposées à ces couches, il faut gagner une cavité éloignée de quelques minutes de chemin du lieu où se trouvent les empreintes. Dans un pays si bouleversé, une pareille distance suffit pour que des couches ne se correspondent plus. Ainsi, l'alternance des fougères et des Bélemnites ne serait pas prouvée; elle serait à Petit-Cœur un fait fortuit résultant d'un renversement. A la vérité, les fougères et les Bélemnites sont très rapprochées; mais ce fait se comprendra facilement, si l'on suppose que les premières appartiennent aux dernières couches du terrain carbonifère, et les secondes aux premiers strates liasiques. Quant à la concordance de stratification, elle n'a rien qui doive étonner. Enfin, la similitude d'aspect des deux couches, l'une du lias, l'autre du terrain carbonifère, résulte de ce que les actions ignées ont modifié l'ensemble des formations.

M. de Collegno demande à M. Ewald quelle serait son opinion si l'on parvenait à lui prouver que les Bélemnites alternent avec les fougères. M. Ewald répond que, dans ce cas, il préférerait se ranger de l'avis de M. Chamousset, et classerait les Bélemnites dans le terrain carbonifère plutôt que de faire remonter dans la série jurassique la flore véritablement houillère des Alpes.

M. Michelin fait observer que les fougères n'ont jamais été trouvées au-dessous des anthracites, et il en tire la conclusion qu'à Petit-Cœur il y a eu un renversement complet.

Le baron de Buch prend la parole pour dire que l'on ne peut douter de l'âge liasique des Bélemnites de la Tarentaise. Il rappelle que M. Sismonda a rassemblé dans le musée de Turin une belle collection des fossiles de la Madeleine. Parmi ces fossiles, on voit des Bélemnites semblables à celles de Petit-Cœur, rondes, dépourvues de toute trace de sillons, des Ammonites (*A. Bucklandi*, *depressus*, *Murchisoni*) et des *Posidonia Bronnii*, fossiles qui sont tous caractéristiques du lias. C'est pourquoi on doit croire, avec M. Ewald, que les Bélemnites de Petit-Cœur se trouvent dans

un terrain renversé, que les fougères appartiennent réellement à la période carbonifère, et que, dans leur position naturelle, elles doivent se montrer au-dessous du terrain à Bélemnites, comme on le voit au col de la Madeleine.

Le secrétaire de la section de géologie, M. Achille de Zigno, termine le compte rendu des délibérations dans les termes suivants :

« Le président, M. le marquis Poretto, dit-il, à la suite de cette intéressante discussion, fait remarquer l'importance du résultat des débats de la Tarentaise, débats dans lesquels il a été établi à une grande majorité que le terrain anthracifère de Petit-Cœur est inférieur à la couche à Bélemnites. On devra donc sans doute le séparer du lias, qui, sur ce point, se trouve lui être supérieur par suite d'un renversement survenu pendant quelqueune de ces nombreuses commotions qui ont bouleversé l'ordre naturel des dépôts sédimentaires dans les Alpes. »

Le 21 janvier 1841, M. Alphonse Favre a lu devant la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève un Mémoire intitulé : *Remarques sur les anthracites des Alpes*. Ce Mémoire, inséré dans le volume IX des Mémoires de la Société, a été analysé par MM. de Wegmann et Charles Martins. Je ne peux mieux faire que de présenter le résumé de ces savants géologues.

De quelque manière, disent MM. de Wegmann et Martins, que l'on ait jusqu'à présent résolu la question de la Tarentaise, on a abouti de part ou d'autre à un fait contradictoire à tous ceux reçus en géologie : ou les Bélemnites se trouvent dans le terrain houiller, ou les plantes caractéristiques de ce terrain se rencontrent dans le lias.

M. Favre n'admet aucune de ces hypothèses. La position singulière des anthracites des Alpes s'explique, d'après lui, par un plissement de couches. Aux environs de La Mure, à la mine de *Rocher-Blanc*, le lias, en apparence horizontal, a été en réalité plissé de manière à présenter une concavité supérieure. Sur la route du Bourg-d'Oisans à la Grave, on voit le grès à anthracite et les schistes argileux à empreintes végétales intercalés dans des schistes talqueux et cristallins inférieurs au lias. Ce fait s'explique par le plissement des couches horizontales se succédant de haut en bas dans l'ordre suivant : lias, grès à anthracite, schistes argileux à empreintes végétales, schistes talco-argileux, schistes talqueux, gneiss ou schistes cristallins. Cette explication, présentée déjà par quelques membres de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France, à Grenoble, en l'absence et à l'insu de M. Favre, trouve une confirmation dans

l'aspect tourmenté de toutes les montagnes qui entourent le cirque de la Bérarde.

M. Alcide d'Orbigny a parlé des anomalies de la Tarentaise dans son *Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques*, 1852, t. II, fascicule 1 du tome second, p. 369.

Voici ces paroles :

« *Un mot relativement aux végétaux fossiles de La Mure et de la Tarentaise. M. Brongniart admet, et nous croyons à toute la valeur réelle de ses observations, que les végétaux de ce point en litige sont bien une dépendance de l'étage carboniférien. Les fossiles marins que M. Scipion Gras a rencontrés sur ce point sont bien certainement aussi, comme nous l'avons reconnu, et sans qu'on puisse élever le moindre doute à cet égard, des coquilles de l'étage sinémurien ou du lias inférieur. Voici les faits bien positifs en présence. Comme les résultats donnés par les végétaux sont partout en rapport avec les résultats donnés par la zoologie fossile, nous croyons que ces deux éléments de vérité ne peuvent être en défaut sur un seul point encore assez obscur, quand ils sont partout ailleurs dans l'accord le plus parfait. Ces résultats généraux nous portent à penser que deux âges géologiques superposés distincts existent sur ces points, et que des observations postérieures viendront montrer que cette exception si étrange qu'on y a signalée tient à quelque interversion géologique locale des couches spéciales aux deux époques.* »

Dans l'élégant et savant ouvrage qu'il a publié en 1843, sous le titre de *Travels through the Alps of Savoy and other parts of the Pennine chain*, M. le professeur James D. Forbes, d'Édimbourg, n'a dit que quelques mots des terrains sédimentaires qui se trouvent dans les Alpes centrales; mais, antérieurement à cette époque, il avait fait dans les Alpes du Dauphiné, en 1839 et 1841, deux excursions, dont il n'a publié les intéressants résultats qu'en 1853, dans un appendice à son ouvrage intitulé *Norway and its glaciers*. Dans cette courte mais substantielle publication, M. Forbes a consigné un grand nombre d'observations sur les formations sédimentaires qui entourent les montagnes granitiques de l'Oisans.

Plusieurs de ces observations lui sont communes avec son ami le révérend J. M. Heath, qui l'a accompagné dans son voyage de 1841.

M. Forbes raconte seulement ce dernier voyage, dans lequel, partant d'Allevard, avec M. Heath, et traversant le passage des Sept-Laux, il se rendit par Allemont au Bourg-d'Oisans, et de là à Venos.

M. Forbes donne une description pittoresque de cette contrée, dont il se plaît à signaler les traits de ressemblance avec la Norvège. Les calcaires des environs du Bourg-d'Oisans et de Venos (calcaires schisteux à Bélemnites) fixèrent son attention; il les rapporte au lias. Les deux voyageurs allèrent ensuite à la Bérarde, que M. Forbes avait déjà visitée deux ans auparavant, et, passèrent dans Val-Godemar par le col de Saïs; puis du Val-Godemard à Val-Louise par le col de Celar. De Val-Louise ils tournèrent par le côté oriental le massif granitique des montagnes de l'Oisans et au-dessus du village appelé le Pied-du-Lautaret, ils constatèrent la superposition du granite sur le calcaire secondaire dans un point différent de celui où M. Élie de Beaumont l'avait précédemment observée. Après avoir visité la Grave et observé le défilé sauvage, appelé la combe de Malaval, MM. Forbes et Heath se dirigèrent vers Saint-Jean-de-Maurienne. En quittant la Grave, ils remarquèrent la belle perspective que présente la masse granitique superposée au lias, sur une longueur d'un demi-mille (au haut du puy Vachier). Ils virent la cascade des Freaux qui traverse le calcaire superposé au granite au nord de la Grave, et ils observèrent une masse de lias placée de manière à faire croire à l'existence d'une couche de gneiss comprise entre deux couches de lias. En montant au col des Infernets, ils furent vivement frappés de l'aspect grandiose des glaciers qui couvrent le flanc septentrional des montagnes de l'Oisans, mais malheureusement ils ne donnent pas de détails sur la succession des couches qu'ils traversèrent. De la Grave à Saint-Jean-de-Maurienne, M. Forbes ne signale pas d'autres roches que du calcaire.

M. Forbes ne donne jamais à ces calcaires d'autre nom que celui de *lias*. Il ne parle nulle part du grès à anthracite.

M. Murchison, dans le *Siluria*, a intercalé une note sur la Tarentaise (*Siluria, the history of the oldest known rocks, containing organic remains, by sir Roderick Impey Murchison, Londres, 1854, p. 407*).

Des schistes et des conglomérats non charbonneux, mais renfermant des plantes semblables à celles des dépôts houillers de la Sardaigne, ont été décrits par les professeurs Meneghini et Savi dans les anciennes roches de la Toscane. Ce fait était inconnu, dit M. Murchison, quand je publiai mon Mémoire sur les Alpes et les Apennins, il est d'une haute importance, et il nous conduisit à supposer que les amas charbonneux, associés avec des plantes terrestres dans les Alpes occidentales, sont également de la période carbonifère.

J'ai longtemps, ajoute M. Murchison, regardé l'intercalation des plantes houillères de la Tarentaise dans des couches à Bélemnites

comme si frappante, que les conclusions singulières de M. Élie de Beaumont me semblaient pleinement justifiées. Mais, ajoute-t-il, lorsque cet éminent géologue raisonnait sur cette intercalation apparente des plantes houillères dans des couches jurassiques à Bélemnites, on ne connaissait pas encore suffisamment les phénomènes d'entrecroisements de couches et de renversements.

Mémoire sur le terrain anthracifère des Alpes de la France et de la Savoie, par M. Scipion Gras, 1854 (Extrait des *Annales des mines*, t. V, 1854, p. 473). Ce mémoire est accompagné d'une carte géologique du terrain anthracifère des Alpes de la France et de la Savoie ; d'une carte géologique très détaillée des environs de Briançon, et d'une planche représentant : 1° la coupe générale du terrain anthracifère des environs de Briançon, suivant une ligne qui se termine, d'une part, à *la Grave*, et d'autre part, à *Oulx* ; 2° la coupe de Queyras à Mont-Dauphin, et la coupe du col de *Péas* à *Vallouise* ; 3° la coupe du terrain anthracifère de *l'Argentière* ; 4° la coupe du pont de *Cervièrès* au col de *Fréjus*.

M. Gras entend par terrain anthracifère des Alpes toutes les couches de sédiment de cette contrée qui sont contemporaines des dépôts d'anthracite avec restes de végétaux houillers ou antérieurs à ces mêmes dépôts. Il commence par faire connaître les limites et l'aspect physique du pays qu'il décrit ; ensuite il jette un coup d'œil rapide sur les travaux qui ont eu pour objet le terrain anthracifère des Alpes. Frappé de la contradiction des opinions, il croit qu'il chercherait vainement à inspirer quelque certitude sur l'âge de ces terrains. Son but unique sera donc de les étudier en dehors de toute préoccupation des âges géologiques. Il ne se basera pas sur les caractères minéralogiques. Dans les Alpes, ces caractères ne peuvent que tromper. Il aura moins de confiance encore dans les indices paléontologiques ; car les anomalies qu'ont présentées les débris du règne animal et du règne végétal ont trop préoccupé les géologues et les ont détournés de l'étude fondamentale en géologie : l'étude stratigraphique. Il suivra les superpositions des couches dans tous leurs détails. On a trop dénigré les observations stratigraphiques dans les Alpes ; on les a représentées comme difficiles et souvent comme impossibles : les glaciers, les mille bouleversements des montagnes, l'impossibilité de descendre au fond des gorges ou de gagner le sommet des pics, sont, il est vrai, des obstacles. Cependant la série des couches peut se constater avec une précision parfaite sur un si grand nombre de points qu'il est encore possible de déterminer les superpositions d'une manière précise.

Dans la première partie de son mémoire, M. Scipion Gras entreprend la coupe générale des couches anthracifères. Les environs de Briançon lui semblent particulièrement favorables pour cette coupe. Il part du village de la Grave, près duquel sont les gneiss et les talcschistes. En se dirigeant vers le mont du Chardonnet, il traverse toute la série anthracifère depuis ses couches les plus inférieures jusqu'à ses couches les plus supérieures. Il redescend de cette montagne pour gagner la vallée d'Oulx; il retrouve la série des mêmes couches. Des plus supérieures, il arrive aux inférieures, et enfin, dans la vallée d'Oulx, il se repose entre les mêmes gneiss et les mêmes talcschistes qu'il avait rencontrés près de la Grave au début de son exploration.

Le terrain anthracifère se divise en deux parties distinctes :

1^{re} Terrain anthracifère inférieur.

Il est composé de schistes argilo-calcaires qui se subdivisent en quatre assises : l'assise inférieure repose sur le terrain talqueux et renferme des Bélemnites; l'assise supérieure est un calcaire auquel M. Gras assigne le nom de calcaire des *Trois Évêchés*.

2^{re} Terrain anthracifère supérieur.

Il se subdivise en quatre étages : le premier, c'est-à-dire le plus inférieur, commence par des grès; sur ces grès, reposent des schistes argileux et une assise calcaire.

Comme le premier étage, le deuxième commence par des grès et se termine par du calcaire. Les grès renferment de l'anthracite.

Le troisième étage est composé de grès et de schistes argileux avec anthracite et restes de végétaux houillers. Il est, comme les deux premiers étages, surmonté par une assise calcaire.

Le quatrième étage, qui forme le sommet de la montagne du Chardonnet, est formé de quartz, de poudingues, de grès, de schistes argileux renfermant de l'anthracite et de restes de végétaux houillers.

J'ai dit que M. Scipion Gras avait établi les superpositions du terrain anthracifère en prenant pour point de départ la coupe des couches situées entre Oulx et La Grave. Dans la deuxième partie de son mémoire, il étudie le prolongement des couches déjà soigneusement examinées entre ces deux villages. Il suit d'abord le prolongement des couches anthracifères inférieures. Il décrit leur extension en Savoie et dans le département de l'Isère. Ces couches renferment des fossiles auprès de Petit-Cœur, en Tarentaise, sur le territoire du Mont-de-Lans (Isère), au bourg d'Oisans, aux environs de Villard-Reculas, à Alleverd, à Vizille, etc., etc. Ainsi il ne s'agit pas d'une seule localité, mais les mollusques fossiles se retrouvent sur un grand

nombre de points. Toutes les espèces fossiles appartiennent au groupe du lias. M. Alcide d'Orbigny a reconnu les *Ammonites rotiformis*, *Bucklandi*, *Krydion*, *stellaris*, *Scipionianus*. Les Bélemnites sont le *B. elongatus* et le *B. pazillosus*.

Dans les schistes argilo-calcaires dont est formé le terrain anthracifère inférieur, sont subordonnées des couches de grès, parfaitement semblables, sous le point de vue minéralogique, à ceux qui constituent les vrais terrains houillers. Ces grès renferment, sur un grand nombre de points, de l'anthracite et des restes de végétaux appartenant tous à la flore carbonifère. L'épaisseur du terrain anthracifère inférieur est prodigieuse; elle ne peut être comparée qu'à celle des terrains de transition les plus anciens. Son étendue paraît immense. Il est probable qu'il forme la base des Alpes sur presque toute leur longueur.

Le terrain anthracifère supérieur se suit à de moins grandes distances que le terrain anthracifère inférieur; il a rempli l'intérieur d'un bassin qui paraît limité de tous côtés par le terrain inférieur. On y voit nettement se continuer, dans toute son étendue, la division en quatre étages que l'auteur a indiquée dans la coupe entre Oulx et La Grave, et ces quatre étages y sont composés des mêmes roches. Les parties arénacées sont souvent accompagnées de gîtes d'anthracite renfermant des restes de végétaux de l'époque carbonifère. Les assises calcaires contiennent quelques coquilles fossiles reconnues, de même que celles du terrain anthracifère inférieur, comme appartenant au lias.

Dans le quatrième étage, qui est le plus supérieur, les calcaires et les coquilles fossiles disparaissent complètement, les débris de plantes deviennent au contraire très nombreux, de sorte que le facies des couches est absolument semblable à celui des couches du terrain houiller proprement dit.

M. Gras termine son travail en expliquant par quelles raisons les couches anthracifères ne peuvent, selon lui, être rapportées à la période jurassique. Je citerai plusieurs de ces raisons :

1° Non-seulement, dans les terrains anthracifères, on ne rencontre aucune espèce propre au terrain jurassique, mais encore les caractères généraux des végétaux sont entièrement différents de ceux des plantes de ce terrain. — Pour apprécier ces distinctions, il n'est pas nécessaire de considérer les flores de pays éloignés comme l'Angleterre; il suffit de jeter les yeux sur la flore jurassique des pays voisins. On ne saurait prétendre que la flore du terrain anthracifère des Alpes est différente de la flore des terrains jurassiques voisins, parce que les débris qui la représentent ont été transportés d'une région très éloi-

gnée. Comment, en effet, en choisissant les circonstances les plus favorables, pourrait-on croire que toutes les plantes caractéristiques de l'Équateur pourraient vivre sous le 60° degré de latitude ?

2° Comme les sources thermales et minérales étaient alors fréquentes, on conçoit qu'à la même époque géologique des bassins ne communiquant pas entre eux, quoique très rapprochés, aient pu nourrir des animaux différents; mais il n'en est pas de même de la végétation dont les caractères généraux, étant liés à des conditions plus stables et presque universelles, telles que la température du sol et la composition de l'atmosphère, ont dû persister malgré les perturbations locales.

3° Le terrain anthracifère des Alpes a 8000 ou 9000 mètres. Quel terrain de lias a cette puissance? Car c'est au lias, sans doute, que l'on devra rapporter la plus grande partie des assises, puisque toutes les coquilles fossiles qui s'y trouvent sont des espèces liasiques.

4° Enfin la composition minéralogique rappelle complètement le faciès des terrains houillers et non celui des terrains de lias situés dans le voisinage.

Ainsi M. Gras, sans oser, dit-il, formuler d'opinion, semble évidemment pencher vers la croyance que le terrain anthracifère des Alpes est un terrain houiller proprement dit, dans lequel ont vécu des mollusques de l'époque liasique.

M. le Président donne lecture de la lettre suivante de M. A. Sismonda :

Turin, le 3 mai 1855.

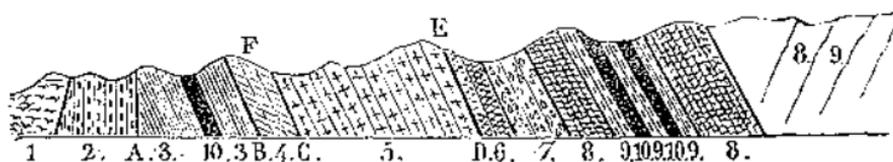
Monsieur,

Au mois de mai 1848, je vous ai communiqué la note des fossiles que j'avais découverts dans l'été de l'année précédente au col des Encombres, placé sur le chemin qui, de Saint-Michel en Maurienne, conduit en Tarentaise. Cette découverte n'a fait que mettre en plein jour et confirmer l'opinion que vous aviez émise bien des années auparavant, que le terrain anthracifère des Alpes centrales ne remonte pas à une époque plus ancienne que celle du lias. Ces fossiles, comme je le disais dans ma lettre, se trouvent presque à la jonction du calcaire cristallin schisteux, noirâtre, avec l'assise calcaire que, dans mes mémoires, j'ai souvent distinguée avec l'épithète de *Villette*, parce que le calcaire de cette localité, très connu par ce qu'en dit M. Brochant, en fait partie. Depuis lors, ayant fait au susdit col deux autres voyages, j'ai eu le bonheur d'y trouver quelques fossiles qui ne sont

pas compris dans la note qui a paru dans le *Bulletin de la Société géologique*, t. V, p. 410, 2^e série; je viens vous demander la permission de la reproduire ici augmentée des nouvelles découvertes.

Pour vous mettre à même de connaître le gisement de ces fossiles, je fais ici-bas un petit *diagramme* du flanc N. de la Maurienne, sur une étendue qui comprend depuis le terrain cristallin métamorphique jusqu'à l'anthracifère supérieur inclusivement.

Coupe du flanc nord de la Maurienne, entre Saint-Jean et Saint-Michel.



1. Granite protoginique.
2. Roches cristallines métamorphiques,

Système ou terrain anthracifère inférieur (lias).¹

3. Schiste ardoise-calcaire avec anthracite, empreintes de fougères, Bélemnites, Ammonoïtes, etc.
4. Calcaire schisteux, cristallin, noirâtre, avec fossiles du lias supérieur.
5. Calcaire de Villette, çà et là métamorphosé en gypse (de la grande oolite, d'après quelques fossiles trouvés au col de la Madeleine ???).

Système ou terrain anthracifère supérieur, représentant la partie inférieure de l'oxford-clay.

6. Schiste rougeâtre, avec des taches vertes.
7. Poudingue quartzeux rougeâtre, et quartzite.
8. Grès à petits et à gros grains, grisâtres.
9. Grès psammitique passant au schiste argileux.
10. Anthracite des deux systèmes ou terrains,

N. B. Les grès à petits et à gros grains, et les grès psammitiques, sont en alternance irrégulière entre eux.

Noms des principaux endroits par où passe ou que touche la coupe.

- A. Saint-Jean de Maurienne.
- B. Saint-Clément.
- C. Saint-Julien.
- D. Saint-Michel.
- E. Col des Encombres.

F. Une ligne tirée de ce point vers le nord passerait à l'endroit où se trouvent les fossiles du lias supérieur, au-dessous de l'ouverture du col des Encombres.

Division de la coupe ci-contre, d'après la classification de M. Sc. Gras.

- 1 et 2. Terrain cristallisé.
3. . . . Terrain anthracifère inférieur.
- 4 à 9. Terrain anthracifère supérieur.
4. . . . Premier étage du terrain anthracifère supérieur.
5. . . . Deuxième étage du terrain anthracifère supérieur.
- 6 à 9. Troisième étage du terrain anthracifère supérieur.
10. . . . Anthracite des deux systèmes ou terrains.

Vous verrez que, quant aux faits, je suis d'accord avec ce que dit M. Gras dans son dernier mémoire: c'est sur la manière de les envi-

sager et de les apprécier que nos opinions sont en opposition ; car ce savant distingué laisse entrevoir, dans les conclusions de son ouvrage, qu'il n'est pas éloigné de croire que le terrain anthracifère des Alpes appartient à l'époque houillère. Les doutes, il paraît, lui sont venus par des faits, dont plusieurs, selon moi, sont plus que contestables. De ce nombre est, sans contredit, la grande épaisseur qu'il dit avoir le lias dans les Alpes centrales, attendu que, jusqu'à présent, on n'y a trouvé que des fossiles de cette époque. Or, il faut observer que les fossiles liasiques ne dépassent point une certaine hauteur ; ils s'arrêtent à la grande assise du calcaire de *Villette*. En effet, parmi les fossiles que j'ai trouvés dans ce calcaire, au col de la Madeleine, dans la vallée de la Stura, on a pu déterminer cinq espèces de Térébratules, dont une seule appartient au lias *supérieur* ; les quatre autres sont caractéristiques de la *grandeoolite*. On peut objecter que quatre espèces de mollusques sont insuffisantes pour établir l'existence d'un terrain, d'autant plus que l'on a plusieurs exemples d'espèces qui reparaissent dans différents terrains. Je comprends le poids et la valeur qu'a une pareille objection, et je me serais abstenu de proposer la division du terrain anthracifère alpin, d'abord en deux systèmes ou terrains, et plus tard en trois, si je n'eusse constaté sur plusieurs points une discordance de stratification entre eux. Ce fait, que j'ai signalé il y a bien des années pour les deux terrains anthracifères, l'inférieur et le supérieur, a aussi été reconnu par M. Gras, qui s'en est servi pour établir ses deux systèmes anthracifères, et pour quelques-uns des quatre étages dans lesquels il subdivise le système supérieur. Pardonnez-moi la longueur de cette digression, dans laquelle j'ai été entraîné par la nécessité de faire voir quelles sont les raisons qui conduisent M. Gras et moi à conclure d'une manière opposée sur des faits, que nous admettons l'un et l'autre dans leur intégrité. Peut-être que la connaissance des roches des systèmes anthracifères, de leur gisement, et des fossiles qui s'y trouvent servira à mon but, mieux que les raisonnements que je viens de faire. Quoique ces différentes questions soient traitées plus ou moins en détail dans mes mémoires, je vais cependant vous en dire quelques mots afin de compléter ici pour ainsi dire ma pensée.

Un peu au couchant de Saint-Jean de Maurienne, la vallée est traversée par une bande granito-protoginique qui a ses racines au Mont-Blanc ; sur elle on remarque d'abord quelques variétés de gneiss, et du quartzite micacé, *métamorphique*, dont la puissance varie d'un endroit à l'autre ; ensuite leur succède un schiste ardoisier, le même que l'on remarque au col de la Madeleine, situé près de là, et à Petit-Cœur, en Tarentaise, et, ainsi que dans ces localités, il est

en alternance avec un calcaire cristallin fissile. On arrive au milieu de ces roches jusqu'à Saint-Clément; de là à Saint-Julien prédomine un calcaire cristallin, noirâtre, en couches d'une épaisseur médiocre, lequel, au col des Encombres, renferme des fossiles du lias supérieur. A Saint-Julien même commence la grande assise du calcaire de *Villette*; elle s'étend jusqu'à Saint-Michel, où elle est couverte par les roches du système anthracifère supérieur. Je dois cependant noter qu'il faudra peut-être comprendre dans ce système le calcaire de *Villette*, si des recherches ultérieures ne confirment pas notre opinion: qu'ils représentent la *grande oolite*. En montant au col des Encombres, placé au N. N.-O. de Saint-Michel, on parcourt un petit sentier qui coupe les roches obliquement à leur inclinaison, qui se maintient assez constamment E. 15° à 20°, N. de 65°; ce n'est que près du col qu'elle tourne sensiblement du côté du S., et finit par revenir aux environs de Saint-Martin de Belleville (Tarentaise) E. 20° S. Ce changement s'opère presque graduellement, et il paraît, en quelque sorte, lié avec l'allure des deux vallées de l'Arc et de l'Isère, au milieu desquelles la chaîne court. Dès que l'on commence à monter, on rencontre les roches du système anthracifère supérieur. Elles consistent principalement en différentes espèces de conglomérats de grès, de schiste argileux, de grès granitique avec des gîtes considérables d'anthracite, renfermant des empreintes de végétaux de la flore houillère. Vers la base du système, les roches acquièrent un état, que l'on dirait plus altéré, surtout près du calcaire métamorphosé en gypse: les schistes, de grisâtres qu'ils sont à la partie supérieure, deviennent d'un rouge lie de vin avec de grandes taches verdâtres; les grès sont changés en quartzite micacéo-feldspathique; et les conglomérats quartzeux, souvent un peu talqueux, et même anagénitiques, qui rappellent ceux *infra-liasiques* (*verrucano*, Savi) de Valorsine, Ugine, etc., prennent une couleur rougeâtre. En quittant ce groupe, ce qui arrive un peu au-dessous de l'ouverture du col des Encombres, du côté de la Maurienne, on entre dans la puissante assise du calcaire de *Villette*. Elle plonge sous les roches du système anthracifère supérieur, et, autant que j'ai pu voir, cela se fait en stratification discordante. Avant encore d'atteindre le calcaire, on rencontre le gypse; mais, ne conservant aucune régularité dans son allure, il est très probable que le voyageur qui passerait à quelques centaines de mètres plus bas ou plus haut que le chemin que j'ai parcouru ne le rencontrerait pas. Enfin, cette assise de calcaire va se terminer contre le calcaire cristallin, noirâtre, schisteux, renfermant les fossiles dont je vous donne ci-dessous la note. Le petit diagramme vous fera apprécier, mieux que ne le fait la description que je viens

de tracer, la position relative des roches, lesquelles, à l'E. de Saint-Michel, se reproduisent dans l'ordre ci-dessus indiqué, c'est-à-dire que, en avançant vers l'E., on passe successivement des roches du système anthracifère supérieur à celles du système inférieur inclinées du côté de l'O., comme nous avons vu, lorsque, en 1838, nous venions avec M. Fournet de la Tarentaise par la Vanoise, en nous dirigeant vers le mont Tabor par la vallée de Valmeinier.

En comparant le terrain anthracifère des Alpes à celui de Jano, en Toscane, on voit qu'ils appartiennent à des étages différents. En effet, à Jano, il est inférieur au *verrucano* qui, en définitive, n'est autre chose que le conglomérat *infraliasique* de Valorsine, d'Ugine, etc., soit qu'on le considère minéralogiquement, soit qu'on le considère dans ses relations géologiques; dans les Alpes, au contraire, le terrain anthracifère est supérieur à ce conglomérat. Si on les compare, pris du côté des fossiles, leur hétérogénéité devient encore plus saillante, car ceux que l'on rencontre à Jano sont essentiellement *paléozoïques*, *Productus*, *Spirifer*, etc., tandis que dans les Alpes ils ne remontent pas au delà de l'époque liasique. La seule ressemblance qui existe entre les terrains des deux pays est fournie par les empreintes végétales; mais ce fait, hautement invoqué par ceux qui voudraient faire descendre le terrain anthracifère des Alpes au même niveau géologique qu'occupe celui de Jano, depuis vos remarques sur ma lettre du 30 novembre dernier, cesse d'être une objection contre ceux qui sont d'une opinion contraire.

Agréez, etc.

Fossiles trouvés dans le calcaire de Villette au col de la Madeleine dans la vallée de la Stura (Piémont).

<i>Terebratula tetraedrica</i> , de Buch.	<i>Terebratula biplicata</i> , Sow. — <i>biplicata</i> , variété <i>inflata</i> , de Buch.
— <i>concinna</i> , Sow.	
— <i>perovalis</i> , Sow.	
— <i>globata</i> , Sow.	

Fossiles trouvés au col des Encombres (Savoie) dans le calcaire schisteux, cristallin.

<i>Aptychus</i> , espèce lisse.	<i>Ammonites jurensis</i> , Zieten. — <i>Bechei</i> , Sow. — <i>margaritatus</i> , d'Orb. — <i>cornu-capice</i> , Young. — <i>planicosta</i> , Sow. — <i>thourensensis</i> , d'Orb. — <i>radians</i> , Schloth.
<i>Teudopsis Sismondæ</i> , Bellardi.	
<i>Belemnites</i> , 2 espèces indéterminables.	
<i>Nautilus</i> , 2 espèces indéterm.	
<i>Ammonites fimbriatus</i> , Sow.	
— <i>annulatus</i> , Sow.	

<i>Ammonites</i> , 2 espèces indéterm.	<i>Astarte</i> , 2 espèces indéterminables.
<i>Chemnitzia</i> , 2 espèces indéterm.	<i>Lucina</i> .
<i>Trochus</i> , 2 espèces indéterm.	<i>Isocardia</i> .
<i>Pleurotomaria expansa</i> , d'Orb.	<i>Arca</i> , 6 espèces indéterm.
—, 4 espèces indéterm.	<i>Venus</i> , 6 espèces indéterm.
<i>Turbo</i> , espèce indéterm.	<i>Avicula inæquivalvis</i> , Sow.
<i>Terebratula variabilis</i> , Schloth.	— <i>costata</i> , Sow.
— <i>inæquivalvis</i> , Sow.	<i>Inoceramus</i> , voisin du <i>pernoides</i> , Goldf.
<i>Spirifer</i> , 2 espèces indéterm.	<i>Mytilus decoratus</i> , Goldf.
<i>Pholadomya liasina</i> , Sow.	—, 2 espèces indéterm.
—, 2 espèces indéterm.	<i>Lima inæquistriata</i> , Munst.
<i>Corbula</i> , 2 espèces indéterm.	— <i>decorata</i> , Munst.
<i>Cardinia hybrida</i> , Ag.	—, 4 espèces indéterm.
— <i>concinna</i> , Ag.	<i>Pecten</i> , 2 espèces lisses.
—, espèce indéterminable.	—, 2 espèces plissées.
<i>Cyprina</i> .	

Fossiles trouvés à Petit-Cœur, en Tarentaise, dans l'ardoise, par M. Mortillet.

Pentacrinites.

Belemnites minutus, Miller. } Ces fossiles ont été acquis pour le
Ammonites bisulcatus, Brug. } Musée de Turin.

Quelques membres de la Société ayant exprimé le désir que les analyses des Mémoires sur les terrains anthracifères des Alpes fussent suivies d'un résumé très succinct qui présentât le tableau de toutes les opinions, M. Albert Gaudry donne lecture du résumé suivant :

Je vous ai présenté, messieurs, l'analyse des travaux publiés jusqu'à ce jour en langue française, anglaise et italienne sur les terrains anthracifères des Alpes. Ces travaux forment un total de quatre-vingt-trois mémoires, notes ou observations. Ils sont dus à quarante-huit auteurs. Voici, par ordre alphabétique, les noms de ces auteurs :

MM. Agassiz, Backewell, le baron Bertrand-Geslin, Boubée, Brochant de Villiers, Alexandre Brongniart, Adolphe Brongniart, de Buch, Buckland, Chamousset, de Charpentier, Clément-Mollet, de Collegno, Coquand, Dausse, Deshayes(1), Despine, Dolomieu, Dubois de Montpéroux, Dufrenoy, Dumas, Élie de Beaumont, Ewald, Favre (Alphonse), Fournet, Gras (Scipion), Gueymard, Haüy, Hélicart de Thury, Itier, de Labèche, de Lamanon, Lyell, Michelin, de Monta-

(1) Je n'ai trouvé aucune note de M. Deshayes, mais son opinion est citée par M. Agassiz.

lembert, Murchison, Necker de Saussure, d'Orbigny (Alcide), Passigni, marquis Pareto, Playfair, Rozet, de Saussure (Bénédict), Sismonda, Teissier, Virlet, Voltz, de Zigno.

Dans ce mélange de noms et de travaux si divers, on est perdu comme dans un dédale, et difficilement peut-on retenir les conclusions de chaque auteur. Il ne suffit donc pas d'avoir analysé, en suivant un ordre chronologique, les œuvres qui ont été entreprises sur les terrains anthracifères des Alpes. Il me faut encore, dans un tableau esquissé à grands traits, rassembler et grouper les opinions.

Les études dont j'ai rendu compte appartiennent à deux périodes très distinctes, la première, antérieure à 1828, époque de la découverte des Bélemnites dans des couches renfermant des végétaux regardés comme caractéristiques de la formation houillère, la seconde postérieure à l'époque où cette découverte eut lieu.

Période antérieure à la découverte de l'anomalie de Petit-Cœur.

Les Alpes n'offrirent primitivement aux yeux des observateurs qu'un vague et confus assemblage de roches bouleversées. Avec ces roches, il fallut reconstruire l'édifice de la science géologique dans ces montagnes.

La période qui s'écoula jusqu'en 1828 nous montre chaque naturaliste allant rechercher dans les diverses régions des Alpes quelques matériaux nouveaux pour ajouter à ceux que ses devanciers rassemblèrent. Au point de vue de l'étude des progrès de la géologie, cette période offre un puissant intérêt.

Bénédict de Saussure, en 1796, Dolomieu et Haüy, en 1797, Playfair, en 1802, considèrent les terrains des Alpes savoyardes, ou des pays voisins qui sont leurs analogues, comme appartenant aux formations primitives. Cependant, dès ces époques, et avant ces époques même, on voit énoncer l'opinion que, au-dessus des terrains primitifs, il existe dans ces contrées des lambeaux de couches dont l'âge est plus récent. Telle est l'opinion de Lamarck en 1782, de Bénédict de Saussure en 1796, et de Dolomieu en 1797.

En 1803, Héricart de Thury le proclame hautement. Voici le premier progrès.

En 1808, Brochant de Villiers reprend les idées de M. Héricart de Thury, et par les remarquables développements qu'il leur donne, il établit la preuve définitive que les terrains anthracifères de la Tarentaise ne sont pas primitifs. Il les rapporte au terrain de transition.

Les belles études de Brochant ont ouvert la voie des recherches dans les Alpes : les géologues s'y presseront désormais.

Fort des moyens de reconnaissance que lui ont donnés, en Angleterre, les rapides progrès de la stratigraphie, Buckland va rechercher dans les pays bouleversés des Alpes la continuation des couches régulières de la Grande-Bretagne. Il retrouve cette continuation, et tout en admettant encore, avec Brochant de Villiers, l'existence du terrain de transition dans la Tarentaise, il prouve que les couches rapportées à ce terrain, dans la plupart des autres montagnes des Alpes, sont, en réalité, des représentants de la période secondaire.

Éclairé par la théorie nouvelle de Buckland, Backwell ira plus loin ; il appliquera à la Tarentaise même les idées de son illustre devancier ; il divisera les terrains de cette contrée, jusqu'à présent considérés comme de transition, en deux périodes : l'une intermédiaire, l'autre secondaire. Enfin, M. Élie de Beaumont viendra ; il niera qu'aucune partie du terrain anthracifère appartienne à la période de transition, et développera cette thèse, que les terrains de la Tarentaise (grès anthracifères, schistes argileux, calcaires) doivent être rapportés à la période jurassique. Nous voici bien loin des idées de 1796.

Période postérieure à la découverte de l'anomalie de Petit-Cœur.

En 1828, M. Élie de Beaumont découvre à Petit-Cœur des fossiles du lias dans une couche placée entre des strates qui renferment des végétaux jusqu'alors universellement considérés comme appartenant à l'époque houillère.

Cette anomalie devient l'objet d'une discussion à laquelle ont pris part trente-cinq auteurs (en comptant seulement ceux qui ont écrit en langue française, anglaise et italienne). J'ai retrouvé de ces auteurs soixante-sept mémoires, notes ou observations.

Toutes les discussions au sujet de l'anomalie de Petit-Cœur me paraissent pouvoir se ramener à quatre points.

Première question.

Les fossiles de la Tarentaise ont-ils été exactement déterminés ?

Les espèces de plantes sont-elles véritablement des espèces houillères ? M. Brougniart, en 1828, l'a affirmé.

Les espèces de mollusques sont-elles des espèces liasiques ? Agassiz, en 1844, assure que M. Deshayes les a reconnues comme telles.

M. de Buch, en 1846, et M. Alcide d'Orbigny, en 1852, ont émis sur ces espèces la même opinion.

M. Rozet, en 1855, a semblé conserver quelque incertitude sur la détermination des empreintes végétales. Les doutes exprimés par ce savant géologue sont les seuls que j'aie rencontrés au sujet de la détermination des fossiles de la Tarentaise.

Deuxième question.

Est-il évident que la couche à Bélemnites de Petit-Cœur soit, comme l'a proclamé M. Élie de Beaumont, intercalée dans les schistes qui renferment les empreintes végétales ?

Cette question n'a été fixée, à ma connaissance, que par un seul géologue, M. Ewald (1846, congrès des savants italiens). Encore n'a-t-elle été présentée que très dubitativement.

Troisième question.

Voici une troisième question que se sont adressée un beaucoup plus grand nombre de géologues :

Les couches qui renferment des empreintes végétales de la période houillère, et celles où sont engagées des Bélemnites du lias, n'appartiennent-elles pas à des formations distinctes ?

Comme ces couches alternent ensemble en Tarentaise, cette proposition en entraîne une autre que plusieurs auteurs n'ont point osé formuler, mais qui est cependant une conséquence inévitable de la première : L'alternance observée à Petit-Cœur ne résulterait-elle pas d'une interversion locale, d'un plissement, par exemple, ou de quelque renversement compliqué ?

M. Guéymard, en 1830 et dans les années suivantes, a nié que, dans les Hautes-Alpes et dans l'Isère, le grès anthracifère et le calcaire à Bélemnites appartenissent à la même formation. Selon lui, le premier doit être rapporté au terrain carbonifère, le second au terrain du lias. Dans l'Isère, il existerait un troisième terrain formé de grès anthraciteux qui représenterait la période cambrienne ou silurienne.

M. Dausse, 1834, a regardé les grès de la montagne des Rousses comme distincts du calcaire à Bélemnites.

M. Lyell, en 1832, ayant à traiter de l'anomalie de la Tarentaise, a refusé d'émettre une opinion. Il a hésité à classer les terrains anthracifères à empreintes et les calcaires à Bélemnites dans une même formation.

M. Itier, parlant comme secrétaire, au nom de la Société géolo-

gique de France réunie à Grenoble en 1840, a proclamé que les grès anthracifères et le calcaire à Bélemnites du département de l'Isère étaient distincts et appartenaient, l'un au terrain houiller, l'autre à l'étage du lias.

MM. Dumas, Coquand, Teissier, ont émis la même opinion.

M. le marquis Pareto et M. Pasini (en 1846) ont pensé que la partie inférieure du terrain des Alpes appelé lias par plusieurs géologues correspond à une période plus ancienne.

Suivant M. Rozet (1844), le terrain schisteux anthracifère ne peut être rapporté à une époque plus ancienne que la période carbonifère, mais peut appartenir à une époque beaucoup plus récente. Il est recouvert par le calcaire à Bélemnites qui en est différent et est jurassique.

M. Michelin, d'après les observations qu'il a présentées en 1840, en 1844 et en 1847, semble regarder les grès anthracifères et les calcaires à Bélemnites comme indépendants les uns des autres.

M. Murchison, en 1843, a formulé l'opinion que des schistes métamorphiques situés, dans les Alpes savoyardes, entre les schistes primaires (gneiss) et le terrain désigné sous le nom de lias par M. Sismonda, devaient correspondre à la période paléozoïque.

Enfin M. Fournet, en 1846, émit une supposition nouvelle. Il se demanda si, au-dessous des terrains jurassiques bien constatés, il n'y aurait pas des formations équivalentes aux terrains triasiques ou à d'autres encore plus anciens.

Comme je l'ai fait observer, l'opinion que les terrains anthracifères appartiennent à plusieurs périodes devait nécessairement amener l'hypothèse d'un mouvement du sol qui, en Tarentaise, aurait produit l'alternance de terrains d'âge différent. En effet, à côté de la croyance à l'existence de plusieurs terrains anthracifères vient se placer l'hypothèse des mouvements du sol.

M. Voltz le premier, en 1830, fit cette supposition. Il imagina un système de plissement, qui pourrait amener des intercalations semblables à celles de Petit-Cœur. M. Favre, en 1844, a développé d'une manière remarquable l'idée d'un plissement. M. Michelin dans les années déjà citées, M. Nérée Boubée en 1839, M. Dubois de Montpéroux en 1840, M. Agassiz en 1844, M. de Buch en 1846, M. de Zigno, parlant au nom du corps des savants italiens, en 1846, M. Alcide d'Orbigny en 1852, M. Murchison en 1854, se sont accordés à faire la supposition soit d'un plissement, soit d'un renversement, soit d'un bouleversement quelconque.

Quatrième question.

Une dernière thèse a été développée sur l'anomalie des terrains anthracifères. Voici cette thèse : il n'y a eu ni plissement de couches, ni bouleversement quelconque.

L'alternance des bancs à Bélemnites et à plantes houillères est une preuve que les lois paléontologiques n'ont pas le caractère d'universalité qui leur a été assigné.

Les Bélemnites, autrefois considérées comme spéciales aux périodes jurassiques et crétacées, ont pu vivre dans des mers dont les rivages voyaient se développer des espèces de *Calamites*, de *Lepidodendron*, de *Sigillaria*, de *Stymuria*, d'*Asterophyllites*, de *Neuropteris* et d'autres végétaux dont jusqu'à ce jour on avait cru l'existence bornée à la période houillère.

MM. Élie de Beaumont et Adolphe Brongniart dès 1828, M. de La Bèche en 1830 et en 1832, MM. de Montalembert et Bertrand-Geslin en 1834, M. Sismonda en 1836, 1839, 1840, 1841, 1844, M. Scipion Gras en 1839, 1840, 1844, 1854, MM. Chamousset, Virlet, Dufrenoy et Clément Mullet, en 1840, M. de Collegno en 1846, M. Rozet en 1855, se sont accordés à classer dans une même formation les grès anthracifères à empreintes végétales et les calcaires à Bélemnites de la Tarentaise.

Seulement ces auteurs diffèrent essentiellement, les uns rapportant au terrain jurassique l'ensemble de cette formation, les autres le rapportant au terrain houiller, selon qu'ils attachent une importance plus grande aux espèces de plantes ou à celles de mollusques.

Ainsi, MM. Scipion Gras et Chamousset considèrent l'ensemble de la formation comme du terrain houiller. MM. Ewald et Michelin disent que dans le cas où il leur serait prouvé que les assises à Bélemnites et à empreintes végétales appartiennent à une même formation, ils rattacheraient cette formation plutôt au terrain houiller qu'au terrain jurassique.

Au contraire, MM. Élie de Beaumont, Adolphe Brongniart, de La Bèche, de Montalembert et Bertrand-Geslin, Sismonda, Dufrenoy, de Collegno et Rozet (en 1855), considèrent le vaste ensemble de couches qui renferment des Bélemnites et des empreintes végétales comme appartenant à la période jurassique. Ces savants auteurs ne diffèrent entre eux que relativement à la manière plus ou moins précise dont ils fixent la position de ces différentes couches dans la série jurassique.

Tel est l'ensemble des observations que j'ai pu rassembler sur les

terrains anthracifères des Alpes. Le résumé qui précède permet de se rendre compte de l'opinion des divers auteurs. Comme des naturalistes visitent fréquemment les Alpes dans le but de décider à quelle opinion ils doivent se rattacher, j'ai dressé, d'après l'avis de M. Élie de Beaumont, une liste des localités qui ont attiré l'attention des géologues. Cette liste renferme l'indication de la région où se trouvent ces localités et le renvoi aux auteurs qui en ont traité. Une carte géographique jointe à cette liste pourra faciliter encore les études des voyageurs. Cette carte est une réduction dépourvue de hauteurs et de couleurs d'un fragment de la grande carte géologique générale de la France.

Table alphabétique des localités des Alpes savoyardes, suisses et françaises qui ont été plus spécialement soumises à l'observation des géologues.

- Agnès (Sainte-), près d'Allevard (Isère). 1844. Gueymard, *Statistique du département de l'Isère*, p. 224 et 225.
- Aigue blanche, village de la Tarentaise, situé à 2 kilomètres au N.-O. de Moutiers. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 23.
- Aiguille du midi de la Grave, l'une des plus hautes montagnes de l'Oisans (3986). 1829. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans* (Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris, t. V. p. 26).
- Aiguille de la Vanoise, haute montagne de la Tarentaise, située à 24 kilomètres à l'E.-S.-E. de Moutiers.
- Aiguilles rouges (les), montagnes situées au N.-O. de la vallée de Chamounix.
- Aime, village de la Tarentaise, situé à 12 kilomètres de Moutiers, dans la vallée de l'Isère, sur la route qui conduit au Petit-Saint-Bernard. Gisement d'anthracite. 1808. Brochant de Villiers, *Observations géologiques sur des terrains de transition, etc.* (Journ. des mines), n^o 137, vol. XXIII, p. 353).
- Id. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 20, 24.
- Id. 1854. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 87.
- Allée blanche (vallée appelée l'), au pied S.-E. du Mont-Blanc, en Piémont. Verse ses eaux dans la vallée d'Aoste. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 10, 44.

- Allemont, village du département de l'Isère, situé à 9 kilomètres au nord du bourg d'Oisans. 1 53. Forbes, *Norway and its glaciers*, p. 263.
- Allevard, bourg du département de l'Isère, situé à 24 kilomètres au S.-E. de Chambéry. 1828. Élie de Beaumont, *Sur un gisement..... situé au col du Char-donnet* (*Ann. des sc. naturelles*, t. XV).
- Allevard. 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères... de l'Isère* (*Ann. des mines*, t. XVI, p. 402).
- Id. 1844. Gueymard, *Statistique du département de l'Isère*, p. 225.
- Id. 1853. Forbes, *Norway and its glaciers*, p. 261.
- Id. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 64, etc.
- Anthracite (gisement d'). Voy. gisement.
- Aoste (la cité d'), ville capitale de la vallée et du duché d'Aoste, située sur les bords de la Doire et sur la grande route qui conduit de l'hôpital ou Albertville à Ivrye.
- Arc (Rives de l') 1796. Saussure, *Voy. dans les Alpes*, § 1191 à 1233.
- Arèche, village de la Savoie, situé à 4 kilomètres au sud de Beaufort. Gisement d'anthracite. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 93.
- Aspres-Jes-Corps (Isère). 1844. Gueymard, *Statistique du département de l'Isère*, p. 227.
- Id. 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères..... de l'Isère* (*Ann. des mines*, t. XVI, p. 406).
- Aspres, près Veynes (Hautes-Alpes), grès intercalés dans les marnes à Possidonies.
- Auris-en-Oisans (Isère). 1844. Rozet, *Sur quelques parties des Alpes dauphinaises* (*Bull. de la Soc géol. de France*, 2^e sér., t. I, p. 655, 656).
- Bagne (vallée de), vallée du Valais, où coule la branche la plus orientale de la Dranse.
- Balme (Col de), situé entre Martigny et Chamounix. 1828. Élie de Beaumont, *Note sur un gisement de végét. fossiles et Bélemn.*, situé à Petit-Cœur, p. 15.
- Id. 1837. Lyell, *Address delivered at the anniversary meeting of the geological Society of London*, p. 20 et 21.
- Id. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 14.

- Balme (chalets de), situés près du col de Balme. Gisement des végétaux fossiles. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 359.
- Barberine (la), torrent qui se jette dans le torrent du Trient et qui forme la limite de la Savoie et du Valais.
- Barles, bourg du département des Basses-Alpes, situé à 34 kilomètres au S.-S.-E. de Gap. On observe entre Barles et Verdaches, au-dessous du calcaire du lias, des bancs de roches arénacées avec couches irrégulières d'anthracite sur lesquelles on a fait quelques tentatives d'exploitation. 1840. Gras, *Statistique minéralogique du département des Basses-Alpes*, p. 50.
- Barthélemy (Saint-), près de Séchilienne (Isère). 1831. Gueymard, *Sur la minéralogie de l'Isère*, p. 78.
- Id. 1844. Gueymard, *Statist. du département de l'Isère*, p. 228 et 229.
- Bathia (ancien château de la), près de Martigny. 1855. Pournet, *Suite des recherches sur la partie des Alpes entre le Valais et l'Oisans*, p. 8 et suiv.
- Baumes (les), hameau situé près de Champoléon dans la haute vallée du Drac, département des Hautes-Alpes. 1829. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans (Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris, t. V, p. 27)*.
- Beaufort, village de la Savoie, situé au S.-O. du Mont-Blanc, et à 42 kilomètres à l'O. S.-O. du col du Bonhomme.
- Beauvoisin (vallon de), au pied des montagnes de l'Oisans dans le département des Hautes-Alpes.
- Belleville (Saint-Martin de). Voyez Saint-Martin-de-Belleville.
- Bérarde (la), hameau du département de l'Isère, situé à 15 kilomètres au sud de La Grave et à 25 kilomètres à l'O. de Briançon. 1829. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans (Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris, t. V, p. 3)*.
- Berches (Col des), entre La Grave et Saint-Jean de Maurienne (limites de l'Isère et de la Savoie). 1828. Élie de Beaumont, *Notice sur un gisement de végét. fossiles et de Bélemn. situé à Petit-Cœur*, p. 11.
- Id. 1828. Élie de Beaumont, *Sur un gisement . . . situé au col du Char-donnet (Ann. des sc. nat., t. XV, p. 358)*.
- Bernard (Petit Saint-) (Savoie). . . 1828. Élie de Beaumont, *Notice sur un gisement de végét. fossiles et de Bélemnites situé à Petit-Cœur*, p. 15.

- Id. 1828. Elie de Beaumont, *Sur un gisement... situé au Chardonnet* (*Ann. des sc. nat.*, t. XV, p. 374).
- Bex (environs de), en Suisse, canton de Vaud, dans la vallée du Rhône. 1818. J. De Charpentier, *Mémoire sur la nature et le gisement du gypse de Bex et des terrains environnants*, lu à la Société des sc. nat. assemblée à Lausanne. *Naturwissenschaftlicher Anzeiger der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft*, n° 9. 1819 (*Annales des mines*, 1^{re} série, t. IV, p. 535).
- Bex (mines de), canton de Vaud. . 1824. Elie de Beaumont, *Annales des mines*, 1^{re} série, t. IX, p. 693.
- Bex (salines de), canton de Vaud). . 1824. Elie de Beaumont, *Ibid.*
- Bonhomme (Col du), au S. O. du Mont-Blanc. 1779. Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 756 à 763.
- Id. 1807. Brochant de Villiers, *Observations géologiques sur des terrains de transition qui se rencontrent dans la Tarentaise* (*Journal des mines*, n° 137, vol. XXIII, p. 333, 353).
- Id. 1828. Elie de Beaumont, *Sur un gisement... situé au col du Chardonnet* (*Ann. des sc. nat.*, 1828, t. XV, p. 358).
- Id. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della Accademia delle scienze di Torino*, 2^e série, t. III, p. 10, 22.
- Id. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 77, etc.
- Bonnenuit, village de la Maurienne situé à 14 kilomètres au midi de Saint-Michel. Les environs de Bonnenuit présentent des gisements d'anthracite qui sont les prolongements de ceux des environs du Lauzet, du col de la Poussonnière et du col du Chardonnet. 1828. Elie de Beaumont, *Sur un gisement... situé au col du Chardonnet* (*Ann. des sc. natur.*, t. XV, p. 360, etc.).
- Bons, village du département de l'Isère situé dans la vallée de la Romanche à 17 kilomètres à l'O. de La Grave. 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères... de l'Isère*, t. XVI, p. 105.
- Id. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 82.
- Bosel (vallée de), en Tarentaise (Savoie). 1828. E. de Beaumont, *Notice sur un gisement de végét. fossiles et de Bélemnites, situé à Petit-Cœur*, p. 15.
- Bourg d'Oisans (le). Bourg du département de l'Isère, situé sur les 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della reale Accademia delle*

- bords de la Romanche et sur la grande route de Grenoble à Briançon, à 30 kilomètres de Grenoble. (*Diligence* tous les jours pour Grenoble.)
- Bou g d'Oisans (le) (Isère). 1828. Elle de Beaumont, *Sur un gisement. . . situé au col du Charbonnet* (*Ann. des sc. natur.*, t. XV, p. 354).
- Id. 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères. . . de l'Isère* (*Ann. des mines*, t. XVI, p. 393, 402).
- Bourg d'Oisans (le). 1853. Forbes, *Norway and its glaciers*, p. 264.
- Bout du Monde (le), près d'Allevard (Isère). 1840. Gueymard, *Sur les anthracifères du département de l'Isère. Réunion extraord. de la Soc. géol. de France à Grenoble*, tirage à part, p. 40 et 41.
- Id. 1844. Gueymard, *Statist. du département de l'Isère*, p. 226.
- Boutière (La), au-dessus de Laval (Isère). 1844. Gueymard, *Statist. du département de l'Isère*, p. 225.
- Branchier (Saint), voyez Saint-Branchier.
- Bramois, grand village industriel du Valais à 4 kilomètres à l'E. N.-E. de Sion. Il y existe une mine d'anthracite. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 365.
- Breda (Gorge du), près d'Allevard (Isère). 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères. . . de l'Isère* (*Ann. des mines*, t. XVI, p. 405).
- Brevent (le), montagne située au N.-O. de la vallée de Chamounix.
- Briançon, place forte et chef-lieu de sous-préfecture du dép. des Hautes-Alpes; bâtie sur les bords de la Durance et sur la grande route du mont Genève (*Diligence* tous les jours pour Embrun et Gap).
- Brides (gypse de), près de Moutiers, en Tarentaise. 1816. Brochant de Villiers, *Observations géologiques sur les terrains de gypse ancien qui se rencontrent dans les Alpes*, (*Annales des mines*, 1^{re} série, t. II, p. 277).
- Brigg, petite ville du Valais bâtie sur les bords du Rhône et sur la grande route du Simplon, au pied du col de ce nom.
- Brigg (gypse de) 1816. Brochant de Villiers, *Observations sur les terrains de gypse ancien qui se rencontrent dans*

les Alpes (*Annales des mines*,
1^{re} série, t. II, p. 287).

- Canaria (le Val), petite vallée affluente de celle du Tesin dans laquelle elle débouche près d'Airolo, au pied méridional du Saint-Gothard.
- Canaria (gypse du Val). 1816. Friesleben cité par M. Daubuisson (*Journal des mines*, t. XXII, p. 464).
- Canaria (gypse du Val). 1816. Brochant de Villiers. *Observations sur les terrains de gypse ancien qui se rencontrent dans les Alpes* (*Annales des mines*, 1^{re} série, t. II, p. 257).
- Canaria (gypse du Val). 1824. Victor Jacquemont, *Note sur le gisement du gypse dans les Alpes* (*Annales des sciences naturelles*, t. III, p. 92).
- Catogne, montagne prééminente du Valais située au S. S.-O. de St.-Branchier et au N.-O. d'Orsières.
- Celar (col de), conduit du Val Godemard au vallon de Beauvoisin qui aboutit au village appelé Ville de Val-Louise (Htes-Alpes).
- Cenis (le col du mont), il conduit de la Maurienne en Piémont et est traversé par la grande route du mont Cenis, l'une des plus belles de l'Europe.
- Cervièrès (Vallée de). 1851. Studer. *Geologie der Schweiz*, p. 365.
- Cervin (Tarentaise). 1852. Forbes, *Norway and its glaciers*, p. 282.
- Id. 1834. Angelo Sismonda, *Osservazioni geologiche sulla valle di Susa e sul monte Cenisio*, p. 4 et suiv.
- Challiol (St.-Michel de). Voyez St.-Michel.
- Chamounix (Prieuré de) en Savoie. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 82.
- Chamounix (Vallée de). 1807. Brochant de Villiers, *Observat géolog.*, *Journal des mines*, n° 137.
- Id. 1816. Brochant de Villiers, *Considérations sur la place que doivent occuper les roches granitoïdes du Mont-Blanc*, etc. (lu en 1816), inséré dans les *Ann. des mines* en 1819, 1^{re} sér., t. IV, p. 282.
- Challiol (St.-Michel de). Voyez St.-Michel.
- Chamounix (Prieuré de) en Savoie. 1779. Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 434 à 745.
- Chamounix (Vallée de). 1779. Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 511 à 733.
- Champoléon (Départ. des Hautes-Alpes). 1829. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans* (*Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris*, t. V, p. 26).
- Champs, près de Vizille 1840. *Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Soc. géol.*

- de France à Grenoble, tirage à part, p. 7 et suiv.
- Id. 1844. Rozet, *Sur quelques parties des Alpes dauphinoises* (Bull. de la Soc. géol. de France, 2^e série, t. I, p. 657, 658, 659).
- Chandoline (la), village de la vallée d'Annivier à 18 kilomètres au N.-E. de Sion, en Valais. M. Brochant y a observé un gisement d'antracite.
- Chanteloube, village du départ. des Hautes-Alpes bâti près de la rive droite de la Durance à 20 kilomètres au S.-S.-O. de Briançon. On y exploite une couche d'antracite placée immédiatement au-dessous du calcaire de la porte de France (étage oxfordien et corallien).
- Chapelu (la), groupe de maisons sur les bords du Guil, près de Veyer.
- Chardonnet (Col du), près du Monestier (Hautes-Alpes).
- Id. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 83.
- Id. 1828. Élie de Beaumont, *Sur un gisement de végét. fossiles et de graphite situé au col du Chardonnet* (Ann. des sc. nat., t. XV, p. 353 et suiv.).
- Id. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 81.
- Id. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 24 et suiv.
- Chatejar (le), hameau situé près de Champoléon dans la haute vallée de Drac, département des Hautes-Alpes.
1829. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans* (Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris, t. V, p. 27).
- Chatel d'Aigle, près de Bex, canton de Vaud.
1818. J. de Charpentier, *Mémoire sur la nature et le gisement de gypse de Bea* (Ann. des mines, 1^{re} série, t. IV, p. 546).
- Cheval blanc (Montagne du), près de Digne (Basses-Alpes).
1828. Élie de Beaumont, *Notice sur un gisement de végét. fossiles et de Bélemn. situé à Petit-Cœur*, p. 12.
- Cité d'Aoste (la) voyez Aoste.
- Clot Chevalier, entre la montagne des Chalanches et le ruisseau de Bâton (Isère).
1803. Héricart de Thury, *Mém. sur l'antracite* (Journal des mines, vol. XIV, p. 461).
- Id. 1844. Gueymard, *Statistique du département de l'Isère*, p. 230, 231.
- Cogne, Village en duché d'Aoste, en Piémont, à 17 kilomètres au S.-S.-E. d'Aoste.

- Cogne (gypse de) 1807. Daubuisson, *Journal des mines*, t. XXII, p. 461.
- Id. 1816. Brochant de Villiers, *Observations sur les terrains de gypse ancien qui se rencontrent dans les Alpes* (*Annales des mines*, 1^{re} sér., t. II, p. 288).
- Combe de Malaval. Voy. Malaval (Combe de....)
- Combe-Gillarde (Isère), sur la rive droite de la Romanche. 1844. Rozet, *Sur quelques parties des Alpes dauphinoises* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. I, p. 654).
- Id. 1844. Gueymard, *Statistique du département de l'Isère*, p. 217.
- Conex (montagne de), au-dessus de Notre-Dame-des-Vaux. 1844. Rozet, *Sur quelques parties des Alpes dauphinoises* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. I, p. 650).
- Coupeau (le), gisement d'anhracite situé près de la descente de Brevent, vers l'Arve, à 2 kil. au N. du village des Ouches. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, p. 357.
- Cramont (le), haute montagne calcaire au S.-E. du Mont-Blanc, dans la vallée d'Aoste. Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 906 à 915.
- Croix-Reculet (Isère). 1844. Gueymard, *Statistique du département de l'Isère*, p. 224.
- Crey (le), près de La Mure (Isère). 1831. Gueymard, *Sur la minéralogie de l'Isère*, p. 80.
- Id. 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères de l'Isère* (*Ann. des mines*, t. XVI, p. 389).
- Id. 1840. *Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Soc. géol. de France à Grenoble*, tirage à part, p. 16.
- Cylindre (le), dans les mines de Bex, canton de Vaud. 1818. J. de Charpentier, *Mémoire . . . (Ann. des mines*, 1^{re} série, t. IV, p. 550).
- Dard (le), dans la vallée de la Grande Eau, près de Bex, canton de Vaud. 1818. J. de Charpentier, *Mémoire . . . (Ann. des mines*, 1^{re} série, t. IV, p. 542).
- Dauphin, hameau dans la vallée de la Romanche, à 13 kilomètres à l'O. de la Grave. 1851. Studer, *Geologie de Schweiz*, t. I, p. 82.
- Dent de Morcles (la), montagne située à l'E. de Saint-Maurice, sur la rive droite du Rhône, et sur les confins du Valais et du canton de Vaud.
- Désert en val Jofrey (le) (Isère). . 1831. Gueymard, *Sur la minéralogie de l'Isère*, p. 83.

- Désert en val Jouffrey (le), village du département de l'Isère, situé à 21 kilomètres au sud du bourg d'Oisans. 1851. Studer, *Geologie de Schweiz*, t. 1, p. 83.
- Désertes (col de). 1854. *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 38 et 68.
- Devens (saline des), près de Bex, canton de Vaud. 1818. J. de Charpentier, *Mémoire...* (*Ann. des mines*, 1^{re} série, t. IV, p. 541).
- Dalmas le sauvage (saint-), à l'entrée de la vallée de la Tinea. 1841. Sismonda, *Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 35, 36, 37.
- Dome en Conté (le), haute montagne située immédiatement au N.-O. du Mont-Blanc.
- Drac (le), rivière affluente de l'Isère qui prend sa source dans les montagnes de l'Oisans, département des Hautes-Alpes. 1829. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans (Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris)*, t. V, p. 27).
- Dranse (la), rivière du Valais qui se perd dans le Rhône à Marligny. Elle est formée par la réunion de trois branches qui prennent naissance sur la frontière du Piémont, et qu'on appelle la Dranse de Ferret, la Dranse d'Entremont et la Dranse de Bagne.
- Eau noire (l'), torrent de la Savoie qui passe à Valorsine et se jette dans le torrent du Trient.
- Échelle (col de l'). 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 79, etc.
- Ecuelle (col de l'), situé en Savoie, près de Servez. Gisement de plantes fossiles. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. 1, p. 357.
- Elva (l'). 1844. Angelo Sismonda, *Memorie della Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 44.
- Encombres (col des) conduit de Saint-Michel en Maurienne à Montier en Tarentaise. 1840-1855. Sismonda, *passim*.
- Id 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 89, etc.
- Encombres (perron des), haute montagne élevée de 2827 mètres, située sur la crête qui sépare la Maurienne de la Tarentaise, au S. E. du col du même nom. Carlini et Plana, *Mesure d'un arc du parallèle moyen*.
- Entragnes, dans la vallée de la Grande Eau, près de Bex, canton de Vaud. 1818. J. de Charpentier, *Mémoire...* (*Ann. des mines*, 1^{re} série, t. IV, p. 557).

- Entraigues, dans la vallée de l'Arc. 1828. Élie de Beaumont, *Sur un gisement situé au col du Chardonnet* (*Ann. dessc. natur.*, t. XV, p. 356).
- Id. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 12.
- Entrèves, village du duché d'Aoste, situé à la base du mont Pruitier, au pied S.-E. du Mont-Blanc et à l'extrémité du sentier qui descend du col du Géant.
- Erbignon, hameau situé en Valais, au pied méridional de la Dent de Marche. Gisement de végétaux fossiles. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 364.
- Etablou, village du Valais situé à l'E. de la Pierre à Voie, gisement d'anthracite. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, p. 365.
- Evolène, village du Valais dans le val d'Erin, à 21 kilomètres au S.-S.-E. de Sion. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, p. 366.
- Eypierre. 1796. Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 1193.
- Fare (la), torrent du Valais. Gisement d'anthracite. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 365.
- Faucigny. 1851. Angelo Sismonda, *Mem. della Accademia reale delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 9.
- Fermonts (des), hameau situé près de Champoléon, dans la haute vallée de Drac, département des Hautes-Alpes. 1829. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans* (*Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris*, t. V, p. 27).
- Fenêtres (col des), au Grand-Saint-Bernard. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 12 et 13.
- Ferret (vallée de). Il existe deux vallées de ce nom qui descendent l'une et l'autre du col de Ferret : l'une en Valais, vers Orsières ; l'autre en Piémont, vers Cormayeur. Elles forment avec l'Allée Blanche le contour S.-E. du massif du Mont-Blanc.
- Ferret (vallée de), près de la vallée de l'Allée blanche. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 41.
- Ferrière (la), près de la frontière de Savoie (Isère). 1828. Élie de Beaumont, *Sur un gisement situé au col du Chardonnet* (*Ann. des sc. natur.*, t. XV, p. 354).
- Finioz, près de Martigny. 1828. Élie de Beaumont, *Notice sur un gisement de végét. fossiles*

- et des Bélemnites situé à Petit-Cœur, p. 15.
- Fondement (mine du), l'une des mines de Bex, canton de Vaud. 1818. J. de Charpentier, *Mémoire...* (*Ann. des mines*, 1^{re} série, t. IV, p. 550).
- Fontaine ardente, commune de Saint-Barthélemy. 1845. Fournet, *Suite des recherches sur la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans*, p. 38.
- Fouilly, village du Valais, situé à 5 kilom. au N.-E. de Martigny. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 3 2.
- Fréaux (les), hameau près de la Grave, dans la vallée de la Romanche, à 2 kilomètres à l'O. de La Grave (département des Hautes-Alpes). 1828. Élie de Beaumont, *Sur un gisement situé au col du Chardonnet* (*Ann. des sc. nat.*, t. XV, p. 359).
- Id. 1829. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans* (*Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris*, p. 23).
- Id. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 80.
- Id. 1854. Scipion Gras, *Mémoire sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 43, 45.
- Fresney (le) (Isère). 1840. *Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société géol. de France à Grenoble*, tirage à part, p. 33 et 34.
- Id. 1844. Gueymard, *Statistique du département de l'Isère*, p. 221.
- Fréty (le mont). Voy. Fruitier.
- Frey (la), près La Motte (Isère). 1828. Élie de Beaumont, *Notice sur un gisement de végét. foss. et de Bélemnites situé à Petit-Cœur*, p. 5.
- Id. 1841. Angelo Sismonda, *Memoria della Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 9.
- Id. 1844. Gueymard, *Statist. du département de l'Isère*, p. 229.
- Frey (lac de la), au-dessus du hameau du Psychagnard (Isère). 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères..... de l'Isère* (*Ann. des mines*, t. XVI, p. 392).
- Fruitier (mont) ou Fréty, pente gazonnée au pied du col du Géant, sur le flanc S.-E. du Mont-Blanc, au point de jonction de l'allée Blanche et du val Ferret.
- Gabbier (vallon du). 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 18 et suiv., 84 et suiv.
- Gisement d'anthracite d'Aime. Voy. Aime.
- Gisement d'anthracite d'Arèche. Voy. Arèche.

- Gisement d'anthracite de Barles.
Voy. Barles.
- Gisements d'anthracite des environs de Bonne-Nuit. Voy. Bonne-Nuit.
- Gisement d'anthracite de Bramois.
Voy. Bramois.
- Gisement d'anthracite de la Chandoline. Voy. Chandoline.
- Gisement d'anthracite de Chanteloube. Voy. Chanteloube.
- Gisement d'anthracite du col du Chardonnet. Voy. Chardonnet.
- Gisement d'anthracite du Clot Chevalier. Voy. Clot Chevalier.
- Gisement d'anthracite de Coupeau.
Voy. Coupeau.
- Gisement d'anthracite d'Établon.
Voy. Établon.
- Gisement d'anthracite de Grône.
Voy. Grône.
- Gisement d'anthracite d'Iserable.
Voy. Iserable.
- Gisements d'anthracite du canton de La Mure. Voy. La Mure.
- Gisement d'anthracite de Landri.
Voy. Landri.
- Gisement d'anthracite de Macot.
Voy. Macot.
- Gisement d'anthracite de Maillasson.
Voy. Maillasson.
- Gisement d'anthracite de Montaguy.
Voyez Montaguy.
- Gisement d'anthracite de Haute-Nendaz. Voy. Nendaz.
- Gisement d'anthracite du Peychagnard. Voy. Peychagnard.
- Gisement d'anthracite du Puy-Ricard. Voy. Puy-Ricard.
- Gisement d'anthracite de Reschy.
Voy. Reschy.
- Gisement d'anthracite du Grand-Saint-Bernard. Voyez Saint-Bernard (Grand).
- Gisement d'anthracite de Saint-Léonhard. Voy. Saint-Léonhard.
- Gisement d'anthracite de la Thuile.
Voy. Thuile (la).
- Gisement d'anthracite de Villarluirin. Voy. Villarluirin.
- Gisement de graphite du col du Chardonnet. Voy. Chardonnet.
- Gisement de végétaux fossiles du col de Balme. Voy. Balme.
- Gisement des végétaux fossiles du

- col du Chardonnet. Voyez Char-
donnet.
- Gisement des végétaux fossiles du
col de l'Écuette. Voy. Écuette.
- Gisement des végétaux fossiles d'Er-
bignon. Voy. Erbignon.
- Gisements de végétaux fossiles du
canton de La Mure. Voy. La Mure.
- Gisement de végétaux fossiles de
Macot. Voy. Macot.
- Gisement de végétaux fossiles des
Chatets de Moïde. Voy. Moïde.
- Gisement des végétaux du Mont-de-
Lans. Voy. Mont-de-Lans.
- Gisement de végétaux fossiles du
col des Ouches. Voy. Ouches.
- Gisement de végétaux fossiles de
Petit-Cœur. Voy. Petit-Cœur.
- Gisement de végétaux fossiles de
Pormenaz. Voy. Pormenaz.
- Gisement de végétaux fossiles du
Petit-Saint-Bernard. Voy. Saint-
Bernard (Petit).
- Gisement de végétaux fossiles de
Salvent. Voy. Salvent.
- Gisement de végétaux fossiles du
château de Servoz. Voy. Servoz.
- Glandon (vallon du). 1828. Elie de Beaumont, *Sur un
gisement situé au col du
Chardonnet* (*Ann. des sc. natur.*,
t. XV, p. 354).
- Gondoins (les), hameau situé près
de Champoléon, dans la haute
vallée du Drac, département des
Hautes-Alpes. 1829. Elie de Beaumont, *Faits pour
servir à l'histoire des montagnes
de l'Oisans* (*Mém. de la Société
d'hist. nat. de Paris*, t. V, p. 27).
- Gramont. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie
della Accademia delle scienze di
Torino*, 2^e sér., t. III, p. 11, 14
et 20.
- Grande-Eau (vallée de la), près de
Bex, canton de Vaud. 1818. J. de Charpentier, *Mémoire...*
(*Ann. des mines*, 1^{re} série, t. IV,
p. 542).
- Graphite (gisement de). Voy. Gise-
ment.
- Grave (la). Voy. La Grave.
- Grave (Aiguille du midi de la).
Voy. Aiguille.
- Grône, village du Valis, gisement
d'anthracite. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*,
t. I, p. 365.
- Guillaume (pont de Sainte-), près
du Bourg d'Oisans (Isère). 1839. Scipion Gras, *Sur les couches
anthracifères de l'Isère* (*Ann.
des mines*, t. XVI, p. 395 et 396).
- Guisane (vallée de la). Vallée du
département des Hautes-Alpes,
qui reçoit les eaux du col du Lau- 1852. Studer,

- taret, du col du Galibier et du col du Chardonnet, et les conduit à la Durance, au-dessous de Briançon.
- Haute-Nendaz. Voy. Nendaz.
- Ilères (vallon d'). 1854. Scipion Gras, *Mémoire sur le terrain anthracifère des Alpes*, 1853. Forbes, *Norway and its glaciers*, p. 293.
- Infernets (col des), conduit de La Grave à Saint-Jean de Maurienne.
- Iserable, village du Valais situé à 12 kilomètres au S.-O. de Sion, gisement d'anthracite.
- Lac Mort (Isère). 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 365.
- Id 1831. Guymard, *Sur la minéralogie... de l'Isère*, p. 77.
- Id 1841. Guymard, *Statist. du département de l'Isère*, p. 229.
- La Grave, en Oisans, vallée de la Romanche (départ. des Hautes-Alpes).
- La Grave. 1829. Elie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans (Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris, t. V, p. 23)*.
- Id 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 81.
- Landri, village de la Tarentaise, situé à 19 kilomètres au N.-E. de Montiers, dans la vallée de l'Isère. Gisement d'anthracite.
- Lautaret (col du), département des Hautes-Alpes, conduit de la vallée de la Romanche dans celle de la Guisane. Il est traversé par la grande route de Grenoble à Briançon.
- Id 1854. Scipion Gras, *Mémoire sur le terrain anthracifère des Alpes de la France et de la Savoie*, p. 13, etc.
- Id 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 97.
- Id 1829. Elie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans (Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris, t. V, p. 24)*.
- Id 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 81.
- Id 1853. Forbes, *Norway and its glaciers*, p. 289.
- Id. 1854. Scipion Gras, *Mémoire sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 14, 15, etc.
- Lautaret (pied du), village du département des Hautes-Alpes, situé au pied occidental du col du même nom.
- Lauzet (le), village du département des Hautes-Alpes, situé dans la vallée de la Guisane, au pied O. du col du Chardonnet et au pied E. du col de Lautaret, sur la grande route de Grenoble à Briançon.
- Id. 1853. Forbes, *Norway and its glaciers*, p. 289.
- Id. 1828. Elie de Beaumont, *Sur un gisement situé au col du Chardonnet (Ann. des sc. natur., t. XV, p. 363)*.
- Id. 1828. Elie de Beaumont, *Sur un gisement situé au col du Char-*

- donnet (*Ann. des sc. nat.*, t. XV, p. 361).
- Id. 1852. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 81.
- Lavey, près de Saint-Maurice, dans la vallée du Rhône, en Valais. 1818. J. de Charpentier, *Mémoire...* (*Ann. des mines*, 1^{re} série, t. IV, p. 540).
- Lavantine (vallée). C'est la vallée du Tésin depuis sa source jusqu'au lac Majeur.
- Livrogne, village de la vallée d'Aoste, sur la grande carrossable, de Montiers à la cité d'Aoste. 1807—1816. Brochant de Villiers, *Observations géologiques*.
- Macot, village de la Tarentaise, situé à 44 kilomètres au N.-E. de Montiers. On y trouve une mine de plomb et des mines d'anthracite dans lesquelles on rencontre de très belles empreintes végétales. 1828. Élie de Beaumont, *Notice sur un gisement de végétaux fossiles et de Bélemnites situé à Petit-Cour*, p. 15.
- Madeleine (col de la), conduit de la Chambre, en Maurienne, à Aigue-Blanche, en Tarentaise. 1844. *Procès-verbal de la session extraord. à Chambéry* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. I, p. 769).
- Id. 1840—1855. *Sisimonda*; *passim*.
- Maillasson, près de Servoz. Gisement d'anthracite. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 357.
- Malaval (combe de). 1840. Dufrenoy, *Procès-verbal de la séance du 16 novembre 1840 de la Soc. géol. de France* (*Bulletin de la Soc. géol. de France*, t. XI, p. 35).
- Id. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. II, p. 82.
- Martigny, petite ville du Bas-Valais, située au confluent du Rhône et de la Dranse, sur la grande route du Simplon. 1796. Saussure, *Voy. dans les Alpes*, § 684, 1019, 1029, 1044, 2121.
- Id. 1845. Fournet, *Suite des recherches sur la géologie de la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans*, p. 8 et suiv.
- Maurice (Saint-). Voy. Saint-Maurice.
- Maurienne (la), c'est la partie de la Savoie qui se compose de la vallée de l'Arc depuis sa source jusqu'à son confluent avec l'Isère et des vallées affluentes. Elle est traversée dans presque toute sa longueur par la grande route du Mont-Cenis, l'une des plus belles et des plus fréquentées de l'Europe.
- Mégèves, village de la Savoie, situé à 9 kilomètres au sud de Sallanches. 1796. Saussure. § 1185, 1191, 1198.
- Mendette (la), groupe de châteaux. . 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le*

- terrain anthracifère des Alpes, p. 18 et 72.
- Mine d'anthracite. Voy. Cisement.
Mines de Bex, voy Bex.
Mine de Pesey (voyez Pezey).
Modane, vallée de l'Arc en Maurienne. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 81, etc.
- Moïde (châlets de), situés à 8 kilomètres au N.-E. de Servoz. Cisement de végétaux fossiles. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 357.
- Monestier (le), environs de Briançon (Hautes-Alpes). 1830. Gueymard, *Sur la minéralogie et la géologie du département des Hautes-Alpes*, p. 99, 100.
- Montagny, village de la Tarentaise, situé à 7 kilomètres au S.-E. de Moutiers dans la vallée de Bosel. Cisement d'anthracite. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 97.
- Mont-Blanc, montagne la plus élevée des Alpes (4814 mètres). 1816. Brochant de Villiers, *Considérations sur la place que doivent occuper les roches granitoïdes du Mont-Blanc et d'autres cimes centrales des Alpes, dans l'ordre d'antériorité des terrains primitifs* (*Annales des mines*, 1^{re} série, t. 4, p. 283).
- Mont-de-Lans, en Oisans, village du département de l'Isère situé dans la vallée de la Romanche à 16 kilomètres à l'O. de la Grave. Cisement singulier de végétaux fossiles. 1828. Elie de Beaumont, *Notice sur un gisement de végétaux fossiles et de Bélemnites situé à Petit-Cœur*, p. 15.
- Id. 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères de l'Isère* (*Ann. des mines*, t. XVI, p. 394 et suiv.).
- Id. 1840. Gueymard, *Sur les anthracites du département de l'Isère. Réunion extraordinaire de la Soc. géol. de France à Grenoble*, tirage à part, p. 36 et 37.
- Id. 1844. Gueymard, *Statistique du département de l'Isère*, p. 216.
- Id. 1844. Rozet, *Note sur quelques parties des Alpes dauphinoises* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e série, t. I, p. 653).
- Id. 1847. Coquand, *Observations* (*Atti della riunione degli scienziati italiani*, p. 635).
- Id. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 82.
- Id. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 57, etc.

- Montjoye (vallée de), en Savoie. . . Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 709, 711.
- Motte (la), eaux thermales, sur les bords du Drac à 28 kilomètres au midi de Grenoble. 1828. Elie de Beaumont, *Notice sur un gisement de végét. fossiles et de Bélemnites situé à Petit-Cœur*, p. 14 et 15.
- Id. 1828. Elie de Beaumont, *Sur un gisement... situé au col du Char-donnet* (*Ann. des sc. nat.*, t. XV, p. 354).
- Id. 1831. Guymard, *Sur la minéralogie... de l'Isère*, p. 74 et 75.
- Moutiers, ville capitale de la Tarentaise, bâtie sur les bords de l'Isère, traversée par une route carrossable qui conduit de l'hôpital ou Albert-ville à la cité d'Aoste par le col du Petit-Saint-Bernard. 1807. Brochant de Villiers, *Observations géologiques sur des terrains de transition*, etc. (*Journal des mines*, n° 137, vol. XXIII, p. 345).
- Id. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 22, 23, 24, 25.
- Id. 1844. *Procès-verbal de la session extraord. à Chambéry* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e série., t. 1, p. 770).
- Id. 1854. Scipion Gras, *Mémoire sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 74, 75, etc.
- Mure (la) (Isère). 1828. Elie de Beaumont, *Notice sur un gisement de végét. fossiles et de Bélemn. situé à Petit-Cœur*, p. 15.
- Id. 1831. Guymard, *Sur la minéralogie... de l'Isère*, p. 79.
- Id. 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères... de l'Isère* (*Annales des mines*, t. XVI, p. 386-393).
- Id. 1840. *Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Soc. géol. de France à Grenoble*, tirage à part, p. 16 et 17.
- Id. 1841. Alphonse Favre, *Remarques sur les anthracites des Alpes*, vol. IX des *Mémoires de physique et d'histoire natur. de Genève*, p. 423.
- Id. 1852. Alcide d'Orbigny, *Cours élém. de Paléontologie et de géol. stratigr.*, t. II, fasc. 1, p. 369.
- Id. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 59, etc.
- Naves, village de la Tarentaise, si- 1828. Elie de Beaumont, *Notice sur*

- tué à 7 kilomètres au N.-O. de Moutiers. un gisement de végét. fossiles et de Bélemn. situé à Petit-Cœur, p. 4 et 8.
- Id. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie dell'Accademia delle scienze di Torino*, 2^e série, t. III, p. 9.
- Id. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 91.
- Nendaz (Haute), village du Valais situé au S.-O. de Sion. Gisement d'antiracite. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 365.
- Nantison, près de La Mure. 1840. *Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Soc. géol. de France à Grenoble*, tirage à part, p. 16 et 17.
- Id. 1844. Gueymard, *Statistique du département de l'Isère*, p. 212.
- Neuvache, village du département des Hautes-Alpes, à 13 kilomètres au N. de Briançon. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 92.
- Id. 1850. Gueymard, *Sur la minéralogie et la géologie des Hautes-Alpes*, p. 96.
- Id. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 32, etc.
- Nice, port sur la Méditerranée, dans le comté du même nom.
- Nonchero (vallon de). 1841. Sismonda, *Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 42, 43.
- Notre-Dame-de-Vaulx (puys de). 1831. Gueymard, *Statistique de l'Isère*, p. 76.
- Nufenen (col des). Il conduit du Valais dans la vallée Levantine, près des sources du Tessin. 1835. H. de Collegno, *Notes sur quelques points des Alpes suisses (Bulletin de la Société géologique de France, 1^{re} sér., t. VI, p. 106)*.
- Oisans (le bourg d'). Voyez Bourg d'Oisans.
- Oisans (montagnes de l'), sur les confins des départements de l'Isère et des Hautes-Alpes. 1829. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans (Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris, t. V, p. 1)*.
- Olle (col de la petite), près du col du Chardonnet (Hautes-Alpes). 1828. Élie de Beaumont, *Note sur un gisement situé au col du Chardonnet (Ann. des sc. natur., t. XV, p. 355, 358)*.
- Ouches, village de la vallée de Chamounix, situé à 7 kilomètres au S.-O. du Pricaré (Savoie). 1828. Élie de Beaumont, *Notice sur un gisement de vég. foss. et de Bélemnites situé à Petit-Cœur*, p. 4.
- Ouches (col des), au pied du Dôme du Gouté. Gisement de végétaux fossiles. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 359.

- Oulx. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 39.
- Pain-de-Sucre, au Grand Saint-Bernard. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie dell' Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 12.
- Pas de la Feja, près de Bex, canton de Vaud. 1818. J. de Charpentier, *Mémoire...* (*Ann. des mines*, 1^{re} série, t. IV, p. 544).
- Perrière (eaux minérales de la), dans la vallée de Bosel, à 7 kilomètres au S.-E. de Montiers.
- Pesey, village de la Tarentaise situé à 18 kilomètres de l'E.²N.-E. de Montiers. On y exploite une mine de plomb. 1807. Brochant de Villiers, *Observations géologiques sur les terrains de transition*, etc. (*Journal des mines*, n^o 137, vol. XXIII, p. 349, 355).
- Id. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 110, etc.
- Petit-Chet (Isère). 1831. Guéymard, *Sur la minéralogie de l'Isère*, p. 77.
- Petit-Cœur (Saint-Eusèbe), village de la Tarentaise situé à 5 kilomètres au N.-O. de Montiers. Gisement de végétaux fossiles. 1828. Elie de Beaumont, *Notice sur un gisement de végétaux fossiles et de Bélemnites situé à Petit-Cœur*, p. 3 et suiv.
- Id. 1841. Angelo Sismonda, *Memoria dell' Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 7, 18, 21.
- Id. 1844. Clément Mullet, *Souvenirs de la réunion extraord. de la Soc. géol. de France à Chambéry*, p. 21.
- Id. 1844. *Procès-verbal de la session extraord. à Chambéry* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. I, p. 767, 768, 769).
- Id. 1845. Fournet, *Suite des recherches sur la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans*, p. 67, etc.
- Il. 1847. Michelin, *Observations* (*Atti della riunione degli scienziati italiani*, p. 636).
- Id. 1847. Ewald, *Observations* (*Atti della riunione degli scienziati italiani*, p. 635 et 636).
- Id. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 55, etc.
- Peychagnard (le -), près la Mure. . 1831. Guéymard, *Sur la minéralogie de l'Isère*, p. 80.
- Id. 1834. De Montalembert et le baron

- Bertrand Geslin, *Note dans le Bull. de la Soc. géol. de France*, t. IV, p. 405.
- Id. 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères ... de l'Isère* (*Ann. des mines*, p. 389).
- Id. 1840. *Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Soc. géolog. de France à Grenoble*, tirage à part, p. 16 et 17.
- Id. 1840. Dufrenoy, *Procès-verbal de la séance du 16 novembre 1840* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XII, p. 35).
- Id. 1844. Rozet, *Sur quelques parties des Alpes dauphinoises* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. I, p. 655, 656).
- Id. 1844. Gueymard, *Statistique du département de l'Isère*, p. 244.
- Pfynn (dolomie de), en Valais, entre Sion et Brigg, le long de la grande route du Simplon.
- Pics (vallon des), près du col du Chardonnet (Hautes-Alpes). 1828. Elie de Beaumont, *Note sur un gisement situé au col du Chardonnet* (*Ann. des sc. nat.*, t. XV, p. 360, 361).
- Piémont. Cette vaste province des États sardes comprend une partie considérable des Alpes occidentales. Les terrains calcaires et anthraciteux de la Tarentaise s'y prolongent sur de grands espaces.
- Pierre-à-Voie (la), montagne calcaire située en Valais, entre la vallée du Rhône et celle de la Dranse, à 11 kilomètres à l'E. de Martigny. Gisement d'anthracite. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 365.
- Pissevache (la), belle cascade qui tombe dans la vallée du Rhône, entre Martigny et Saint-Maurice. Gisement du paléopétre de Saussure (pétrosilex). 1779. Saussure, § 1056.
- Plantes fossiles (gisement de). Voy. gisement.
- Ponsonnière (col de la), au N. du Laazet (Hautes-Alpes). 1828. Elie de Beaumont, *Sur un gisement situé au col du Chardonnet* (*Ann. des sc. nat.*, t. XV, p. 355, 363, 364, 372, etc.).
- Id. 1830. Gueymard, *Sur la minéralogie et la géologie du département des Hautes-Alpes*, p. 401.

- Id. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 25, etc.
- Pormenaz (lac de), situé à 5 kilomètres au N.-E. de Servoz. Gisement de plantes fossiles. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, 357.
- Pralognan, village de la Tarentaise, situé à 20 kilomètres au S.-E. de Montiers. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 26, 27.
- Presles. 1844. *Procès-verbal de la session extraordinaire à Chambéry (Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. I, p. 775).
- Prunières (Isère). 1844. Gueymard, *Statistique du département de l'Isère*, p. 213.
- Patteville (Isère). 1831. Gueymard, *Mém. sur la minéralogie . . . de l'Isère*, p. 74.
- Puy (Le), hameau du Freney (Isère). 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères. . . de l'Isère (Ann. des mines*, t. XVI, p. 398 et 399).
- Puy de Peorais, près Champoléon (département des Hautes-Alpes, dans la haute vallée du Drac). 1829. Elie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans (Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris*, t. V, p. 27.)
- Puy-Biard, village du département des Hautes-Alpes, situé à 4 kilomètres de l'O.-S.-O. de Briançon. On y trouve une mine d'anthracite. 1852. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 81.
- Puy-Vachier, pente gazonnée située au pied de l'aiguille du midi de la Grave près de la Grave et du Villard d'Arcine dans la haute vallée de la Romanche (département des Hautes-Alpes). 1829. Elie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans*.
- Querrelin. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 29, etc.
- Queyras (château de). 1841. Sismonda, *Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 34, 35.
- Queyrrières (Saint-Martin de), village du département des Hautes-Alpes, situé sur les bords de la Durançe, à 13 kilomètres au S.-O. de Briançon. 1852. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 80.
- Raisin (Col du) (Hautes-Alpes) . . . 1830. Gueymard, *Sur la minéralogie et la géologie du département des Hautes-Alpes*, p. 103.
- Besby, village du Valais sur la rive droite du Rhône. Gisement d'anthracite. 1852. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 365.

- Rivoire (La) (Isère). 1840. *Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Soc. géol. de France à Grenoble, tirage à pari, p. 32.*
- Roche-Blanc, dans la montagne du Psychagnard (Isère). 1834. De Montalembert et baron Bertrand Geslin, *Note dans le Bulletin de la Soc. géol. de France, t. IV, p. 405.*
- Id 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères de l'Isère (Ann. des mines, t. XVI, p. 390, 392 et 393).*
- Id 1841. Alphonse Favre, *Remarques sur les anthracites des Alpes, vol. IX des Mém. de la Soc. de physique et d'hist. nat. de Genève, p. 425.*
- Id 1844. Gueymard, *Statistique du département de l'Isère, p. 210.*
- Romanche (vallée de la). Elle s'étend dans les départements des Hautes-Alpes et de l'Isère, depuis le col du Lautaret jusqu'au confluent de la Romanche avec le Drac, au-dessous de Vizille. 1829. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris, t. V, p. 23).*
- Id 1851. Studer, *Geologie der Schweiz, t. V, p. 82.*
- Roquevaire, bourg du département des Bouches-du-Rhône, situé à 17 kilomètres à l'E.-N.-E. de Marseille.
- Rosclant, au pied S.-O. du Mont-Blanc. 1829. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans (Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris, t. V).*
- Rousses (les) ou les Grandes Rousses. hautes montagnes situées sur les confins du département de l'Isère et de la Maurienne, à 11 kilomètres au N.-E. du bourg d'Oisans. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz, t. I, p. 84.*
- Id 1834. Dausse, *Mém. sur la montagne des Rousses (Mém. de la Soc. géol. de France, t. II, p. 125).*
- Id 1844. Gueymard *Statistique du département de l'Isère, p. 248.*
- Roussillon (col de), près de Valbonnais (Isère). 1844. Rozet, *Sur quelques parties des Alpes dauphinoises (Bull. de la Soc. géol. de France, 2^e sér., t. I, p. 655).*
- Sagneroux (montagne de) (Isère). . 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères de l'Isère (Ann. des mines, t. XVI, p. 389 et 391).*

- Saint-Bernard (col du grand). Il conduit de Marligny en Valais à la cité d'Aoste en Piémont. Il existe un gisement d'anthracite dans des schistes noirs, à environ 5 kilomètres à l'O. de l'ospice.
- Saint-Bernard (col du petit) conduit de la Tarentaise dans la vallée d'Aoste. Ce col est traversé par une route *carrossable* qui conduit de Moutiers à la cité d'Aoste, et qui fait partie de la route de l'Hôpital ou Albertville à Ivrea.
- Saint-Branchier, village du Valais, situé dans la vallée de la Drause, à 6 kilomètres au-dessus de Marligny.
- Saint-Eusèbe-Petit-Cœur, en Tarentaise (voy. Petit-Cœur).
- Saint-Gothard (col du) conduit du lac de Lucerne au lac Majeur. Ce col, qui a toujours été l'un des plus fréquentés des Alpes, est aujourd'hui traversé par une route *carrossable*.
- Saint-Jean-de-Maurienne, ville capitale de la Maurienne, située sur les rives de l'Arc et sur la grande route du mont Cénis.
- Id. 1814. Danbuisson, *Statistique minéralogique du département de la Doire* (*Journal des mines*, t. XXIX, p. 341).
- Id. 1837. Brochant de Villiers, *Observations géologiques*.... (*Journal des mines*, t. XXIII, p. 361).
- Id. 1796. Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 1206.
- Id. 1828. Elie de Beaumont, *Sur un gisement* situé au col du Chardonnet (*Ann. des sc. natur.*, 1128, t. XV, p. 354).
- Id. 1853. Forbes, *Norway and its glaciers*, p. 293.
- Saint-Julien-en-Maurienne, village de la Maurienne, situé sur la grande route du mont Cénis, entre Saint-Jean-de-Maurienne et Saint-Michel.
1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 74 et 88.
- Saint-Léonhard, village du Valais, situé sur la rive droite du Rhône, à 6 kilomètres à l'E.-N.-E. de Sion.
- Saint-Léonhard (anthracite de). . . 1816. Brochant de Villiers, *Observations* (*Ann. des mines*, 1^{re} sér., t. II, p. 287.)
- Saint-Léonhard (gypse de). . . . 1816. Brochant de Villiers, *Observations* (*Ann. des mines*, 1^{re} sér., t. II, p. 287).
- Saint-Martin-de-Belleville, village de la Tarentaise, situé au pied septentrional du col des Encombres.

- Saint-Martin-de-Queyrières (voyez Queyrières).
- Saint-Maurice, petite ville du Valais, sur le Rhône et sur la grande route du Simplon, un peu au-dessus de Bex. 1818. J. de Charpentier, *Mémoire...* (*Ann. des mines*, 1^{re} série, t. IV, p. 537).
- Saint-Maurice (le bourg), bourg de la Tarentaise bâti sur les bords de l'Isère, au pied du Petit-Saint-Bernard, et traversé par la route *carrossable* qui conduit de Moutiers à la cité d'Aoste.
- Id. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie dell' Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 14.
- Id. 1854. Scipion Cras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 77, etc.
- Saint-Michel-de-Challiol, village du département des Hautes-Alpes, situé dans la vallée du Drac, à 8 kilomètres à l'E. de Saint-Bonnet. 1852. Bozet, *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. IX, p. 167.
- Saint-Michel-en-Maurienne, bourg de la Maurienne, situé à 6 kilomètres à l'E.-S.-E. de Saint-Jean-de-Maurienne, sur les bords de l'Arc et sur la grande route du mont Cénis. C'est de Saint-Michel que part le sentier qui conduit au col des Encombres. 1840-1855. Sismonda, *passim*.
- Saint-Triphon, près de Bex, canton de Vaud. 1818. J. de Charpentier, *Mémoire...* (*Ann. des mines*, 1^{re} série, t. IV, p. 540).
- Saïs (col de), situé à 5 kilomètres au S. de la Bérarde, conduit de la combe de la Bérarde (Isère) dans le val Godemard (Hautes-Alpes). 1853. Forbes, *Norway and its glaciers*, p. 277.
- Salenton (col de), situé à 12 kilomètres au N.-E. de Servoz.
- Salines de Bex (voy. Bex).
- Salsamoren. 1841. Sismonda, *Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 37.
- Salvent, village du Valais, sur la rive gauche du Rhône, entre Martigny et Saint-Maurice; carrières d'ardoises contenant des empreintes végétales.
- Sauce (Col de la), près du col du Boulhomme, au pied S.-O. du Mont-Blanc. 1829. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans* (*Mém. de la Société d'hist. natur. de Paris*, t. V, p. 24).

- Id. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 40.
- Séchilienne (Isère) 1854. Gueymard, *Statistique du département de l'Isère*, p. 228.
- Seigne (Col de la) (Savoie). Au S. du Mont-Blanc, conduit de la Savoie en Piémont. 1778. Saussure, *Voy. dans les Alpes*, § 837 à 847.
- Seppey (le), dessous les monts de Châtel, près de Bex, canton de Vaud. 1813. J. de Charpentier, *Mémoire... (Ann. des mines, 1^{re} série, t. IV, p. 540)*.
- Sept-Laux (col des), conduit d'Allevard à Allemont (département de l'Isère). 1853. Forbes, *Norway and its glaciers*, p. 263.
- Servoz, village de la Savoie situé entre Chamounix et Sallanches. 1854. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 357.
- Servoz (château de). Gisement de plantes fossiles.
- Sierre (Valais) 1782. De Lamanon, *Description des divers fossiles trouvés dans les carrières de Montmartre, etc.*, p. 193.
- Simane (Montagne de), commune de Prunières (Isère). 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères.... de l'Isère (Ann. des mines, t. XVI, p. 3-9)*.
- Id. 1844. Gueymard, *Statistique.... du département de l'Isère*, p. 212.
- Sion, ville capitale du Valais, bâtie sur le Rhône et sur la grande route du Simplon. 1782. De Lamanon, *Description des divers fossiles trouvés dans les carrières de Montmartre, etc.*, p. 193.
- Sitten, nom allemand de Sion, ville capitale du Valais (voyez Sion).
- Soleil-Biaut (montagne de), située sur les flancs de la haute vallée du Drac près de Saint-Michel de Chailiol, département des Hautes-Alpes. 1852. Rozet, *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e série, t. IX, p. 167.
- Sousvent, près de Saint-Maurice, sur les bords du Rhône en Valais. 1818. J. de Charpentier, *Mémoire... (Ann. des mines, 1^{re} série, t. IV, p. 549)*.
- Suse (Vallée de). 1834. Angelo Sismonda, *Osservazioni geologiche sulla valle di Susa ed sul monte Cenisio*, p. 1 et suiv.
- Tabor (Le mont), montagne de la Maurienne située à 13 kilomètres au S.-E. de Saint-Michel. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 30, 31.
- Tarentaise (la). C'est la partie de la Savoie qui se compose de la haute vallée de l'Isère, depuis la source de cette rivière, jusqu'à l'hôpital ou Albert-ville et les vallées affluentes. 1807. Brochant de Villiers, *Observations géologiques sur des brèches de transition qui se rencontrent dans la Tarentaise et autres parties de la chaîne des Alpes*

- (*Journal des mines*, t. XXIII, p. 361).
- Tarentaise (Poudingues de la). . . Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 694.
- Termignon, dans la vallée de l'Arc. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 50, etc.
- Terre-Noire (Montagne de). 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 23 et 24, etc.
- Tête-Noire (Passage de la), sur le chemin du Trient à Valorsine. 1779. Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 702.
- Tholard, sur la Durance. 1828. Élie de Beaumont, *Note sur un gisement de végét. fossiles et de Bélemn. situé à l'Étival-Cœur*, p. 41.
- Thuile (Vallée de la), affluent de la vallée d'Aoste, en Piémont.
- Thuile (La), village du comté d'Aoste, au pied du Petit-Saint-Bernard, près de Saint-Didier. Il existe près de La Thuile des gisements d'anthracite. 1796. Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 2233.
- Id 1811. Daubuisson, *Statistique minéralogique du département de la Doire* (*Journal des mines*, t. p. 341).
- Id 1841. Angelo Sisonoda, *Memorie dell'Accademia delle scienze di Torino*, 2^e série, t. III, p. 44, 47.
- Touren (Montagne de), près de Champoléon, dans la haute vallée du Drac, département des Hautes-Alpes. 1829. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans* (*Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris*, t. V).
- Toutemagne (Gypse de) en Valais, près de la grande route du Simplon entre Sion et Brigg.
- Trient (Le), torrent qui tombe dans le Rhône un peu au-dessous de Martigny en Valais.
- Trient (Le), village de la Savoie situé à 9 kilomètres au S.-O. de Martigny sur le chemin de Chamouix. 1828. Élie de Beaumont, *Sur un gisement... situé au col du Char-dounet* (*Ann. des sc. nat.*, t. XV, p. 354).
- Id 1845. Fournet, *Suite des recherches sur la géologie de la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans*, p. 6 et suiv.
- Trois-aiguillons d'Arve (les). 1828. Élie de Beaumont, *Sur un gisement... situé au col du Char-dounet* (*Ann. des sc. nat.*, t. XV, p. 357, 358).
- Trois Evêchés (Pic des). 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 15, 16, 17, etc.

- Tures (Col des) (Hautes-Alpes). . . 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 34, etc.
- Ubaye (Vallée de l'), dans le département des Basses-Alpes. La ville de Barcelonnette, qui est bâtie sur les bords de l'Ubaye, donne son nom à la partie la plus large et la plus fertile de la vallée.
- Ugine, village de la Savoie situé à 5 kilomètres au Nord de l'hôpital ou Albert-Ville. 1828. Elie de Beaumont, *Sur un gisement... situé au col du Chardonnet* (*Ann. des sc. nat.*, t. XV, p. 354).
- Valais, l'un des cantons de la Suisse. Il comprend toute la haute vallée du Rhône, depuis sa source jusqu'à Saint-Maurice, et la presque totalité des vallées affluentes.
- Valbonnais (Isère). 1828. Elie de Beaumont, *Notice sur un gisement de végét. fossiles et de Bélemn. situé à Petit-Cœur*, p. 45.
- Id. 1828. Elie de Beaumont. *Sur un gisement... situé au col du Chardonnet* (*Ann. des sc. natur.*, t. XV, p. 354).
- Id. 1831. Gueymard, *Sur la minéralogie de l'Isère*, p. 81.
- Id. 1844. Gueymard, *Statist. du département de l'Isère*, p. 230.
- Id. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 62, etc.
- Val Canaria (Voyez Canaria). . . .
- Val Godemard, vallée du département des Hautes-Alpes, où coule le torrent de la Severaise qui verse ses eaux dans le Drac.
- Valjouxfrey (Isère). 1844. Gueymard, *Statist. du département de l'Isère*, p. 229.
- Val-Louise (ville de), bourg du département des Hautes-Alpes, situé à 43 kilomètres au S.-O. de Briançon, au pied des montagnes de l'Oisans. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 79.
- Valmeinier, village de la Maurienne situé dans le vallon qui descend du mont Tabor à Saint-Michel.
- Valorsine, village de la Savoie situé au N.-O. du col de Balme sur le chemin qui conduit de Chamonix à Martigny par la Tête-Noire. 1779. Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 551, 597, 598, 599, 687, 728.
- Id. 1826. Necker de Saussure, *Lettre sur les filons* (*Bibliothèque uni-*

- verselle de Genève, vol. XXXIII, p. 62).
- Valosine (Poudingues de). 1779. Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 687.
- Id 1854. Scipion Gras, *Mémoire sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 64.
- Val-Senèdre, village du département de l'Isère, situé à 16 kilomètres au sud du bourg d'Oisans. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 83.
- Vanoise (Aiguille de la). Voy. Aiguille.
- Vanoise (Col de la). 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 27, 28, 29.
- Vaugelaz (Gorge de), au-dessus de Ferrière (Isère). 1844. Gueymard, *Statist. du département de l'Isère*, p. 231.
- Végélaux fossiles (Gisement de). Voy. Gisement. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 82.
- Venosc-en-Oisans, village du département de l'Isère, situé à 10 kilomèt. au S.-E. du bourg d'Oisans. 1853. Forbes, *Norway and its Glaciers*, p. 267.
- Venose (Bords de la), torrent qui se jette dans la Romanche. 1803. Héricart de Thury, *Mémoire sur l'anthracite (Journal des mines)*, vol. XIV, p. 173).
- Id 1844. Gueymard, *Statist. du département de l'Isère*, p. 217.
- Ventelon. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 15.
- Veyton (Gorge de), près d'Allevard (Isère). 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères . . . de l'Isère (Ann. des mines)*, t. XVI, p. 403).
- Villard (Le), sur la rive gauche de la Bonne (Isère). 1831. Gueymard, *Sur la minéralogie . . . de l'Isère*, p. 82.
- Villard-Clément, sur la rivière d'Arc et sur la grande route du mont Cenis, vallée de la Maurienne. 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 74, etc.
- Villard d'Arcaine (Le), département des Hautes-Alpes, dans la vallée de la Romanche, au pied du Col du Lautaret. 1829. Elie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans (Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris)*, t. V, p. 24).
- Id 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 81.
- Id 1853. Forbes, *Norway and its glaciers*, p. 289.
- Id 1854. Scipion Gras, *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, p. 15, etc.
- Villaret (Hameau du), pres de Rocher-Blanc (Isère). 1839. Scipion Gras, *Sur les couches anthracifères . . . de l'Isère (Ann. des mines)*, t. XVI, p. 392).
- Villard-Géral. 1845. Fournet, *Suite des recher-*

- ches sur la partie des Alpes comprise entre le Vatais et l'Oisans, p. 48.*
- Villarlarin, village de la Tarentaise, situé à 4 kilomètres au midi de Moutiers. Gisement d'antracite. 1851. Studer, *Geologie der Schweiz*, t. I, p. 97.
- Id. 1847. Angelo Sismonda, *Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 24.
- Villette, village de la Tarentaise bâti sur les bords de l'Isère, à 9 kilomètres au N.-E. de Moutiers, et traversé par la route *carrossable* qui conduit de Moutiers à la cité d'Aoste. On y trouve des carrières de marbre. 1807. Brochant de Villiers, *Observations géologiques sur des terrains de transition, etc.* (*Journ. des mines*, n^o 137, vol. XXIII, p. 337, 343, 344, etc.).
- Villette, à 3 lieues au-dessus de Moutiers (Tarentaise). 1808-1816. Brochant de Villiers, *Observations géologiques sur les terrains du gypse ancien* (*Ann. des mines*, 1^{re} sér., t. II, p. 263).
- Id. 1840-1855. Sismonda, *passim*.
- Id. 1841. Angelo Sismonda, *Memorie della Accademia delle scienze di Torino*, 2^e sér., t. III, p. 20 et 21, 40.
- Id. 1844. Procès-verbal de la session extraordinaire, à Chambéry (*Bullet. de la Soc. géologique de France*, 2^e sér., t. I, p. 770).
- Vizille (Isère). 1830. Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Grenoble, tirage à part, p. 31.
- Id. 1844. Rozet, *Sur quelques parties des Alpes dauphinoises* (*Bulletin de la Soc. géologique de France*, 2^e sér., t. I, p. 651 et suiv.).

Remarques au sujet de la carte, pl. XIV, par M. Élie de Beaumont.

La carte, pl. XIV, est une réduction de la partie correspondante de la carte géologique de la France, dans laquelle on n'a tenu compte que des positions des villes et des villages, des rivières et des torrents et des emplacements des principales montagnes. Cette simplification a eu pour but de faciliter au lecteur les moyens de s'orienter et de saisir les rapports de distance et de position des localités citées dans les résumés qui précèdent. Elle n'a laissé en même temps la faculté d'y consigner quelques indications que la gravure du relief et les couleurs géologiques permettraient difficilement de distinguer, si on les figurait sur la carte géologique.

J'y ai d'abord marqué les emplacements des principaux gisements connus de végétaux fossiles d'antracite et de graphite. Ces gisements sont indiqués tous indistinctement par de larges points noirs. On aurait introduit une confusion inutile en adoptant des signes différents pour ces trois sortes de gisements, parce que généralement ils s'accompagnent mutuellement, et que dans les cas contraires, ils peuvent être considérés comme se remplaçant les uns les autres. Mais je n'ai pu entreprendre de marquer la totalité de ces gisements. Je n'en connais pas de catalogue complet, et quand même on aurait la liste complète de leurs noms, la connaissance de ces noms ne suffirait pas pour trouver sur les cartes existantes leurs positions topographiques. J'ai dû me borner par conséquent à marquer un petit nombre des gisements les plus connus. Si j'avais pu les marquer tous, ainsi que je l'aurais désiré, certaines parties du Valais, de la Savoie, de la Tarentaise, de la Maurienne et du Dauphiné, auraient été littéralement *criblées de points noirs*.

Malgré la réduction de leur nombre, les gisements qui se trouvent marqués, suffisent pour faire connaître la dissémination des restes végétaux à l'état, soit d'empreintes soit d'antracite, soit de graphite.

J'ai indiqué aussi sur cette carte, par des séries de petits traits parallèles, les *contours approximatifs de la région anthracifère des Alpes*, c'est-à-dire de la région dans laquelle on peut suivre les *grès anthracifères*.

Les contours de cette région ne peuvent être tracés que d'une manière approximative ; elle n'est pas susceptible d'une délimitation précise. Le bord occidental n'est autre chose que la ligne au delà de laquelle les grès anthracifères deviennent invisibles, parce qu'ils sont cachés par des dépôts plus modernes qui les recouvrent sans qu'on sache à quelle distance ils peuvent s'étendre au-dessous de ces derniers. Le bord oriental est une ligne au delà de laquelle on ne peut plus suivre ces mêmes grès anthracifères, soit parce qu'ils ont été détruits, soit parce qu'ils ont été tellement modifiés par les phénomènes métamorphiques, qu'il est impossible de les reconnaître.

Quant aux lignes terminales qui devraient limiter la région anthracifère, au nord et au sud, on n'a pas essayé de les tracer, parce qu'on ne peut dans ces directions, assigner à la région anthracifère que des limites artificielles ou conventionnelles, en raison de la manière graduelle et insensible dont les grès anthracifères vont se perdre, tant au nord qu'au sud, dans le terrain jurassique non altéré. Il serait, je crois, difficile de dire bien positivement si Bex et Saint-Michel-de-Challiol sont en dedans ou en dehors des limites de la région anthra-

cière; mais la position excentrique dans laquelle les grès anthracifères, avec anthracite et végétaux fossiles, reparaissant à Barles (Basses-Alpes), montre qu'il serait hasardé de prétendre limiter leur étendue d'une manière absolue.

Ces remarques suffiront pour faire comprendre que l'espace grossièrement rectangulaire qui se trouve compris entre les deux contours latéraux figurés sur la carte n'est qu'une fraction plus ou moins considérable de l'étendue que présentait le dépôt anthraciteux au moment de sa formation.

Cette fraction est à elle seule fort étendue. Quelques mesures prises sur la carte suffisent pour en donner les preuves. On y trouvera approximativement de Bex à Saint-Michel de Chaillol, une distance de 192 kilomètres; du gisement d'anthracite de Saint-Léonard (en Valais) aux grès anthraciteux de Champoléon, 200 kilomètres; du gisement d'anthracite de la Chondoline (en Valais) à la mine d'anthracite de Chantelombe (Hautes-Alpes), 193 kilomètres. Ces distances sont prises dans des directions à peu près longitudinales. Dans la direction transversale, les dimensions de la région anthracifère sont moins considérables, mais on trouve encore approximativement de Servoz à Cogne, 62 kilomètres, d'Allevard à Bardonnèche, 63 kilomètres.

Pour évaluer, d'après ces mesures, la superficie de la région anthracifère, il y aurait peut-être quelque exagération à l'assimilation à un rectangle de 190 kilomètres de longueur sur 60 de largeur; mais elle est tout au moins égale à une ellipse dont les deux axes seraient de 190 et de 60 kilomètres, et dont la surface aurait pour mesure : $\pi \cdot \frac{190 \cdot 60}{4} = \pi \cdot 95 \cdot 30 = 8965$ kilomètres carrés : soit en nombres ronds 9,000 kilomètres carrés en 900,000 hectares.

On pourrait objecter que la région anthracifère présente des lacunes correspondantes aux hautes montagnes formées, comme le Mont-Blanc, de roches primitives non recouvertes; mais on peut répondre que ces montagnes, lors de leur soulèvement, ont détruit ou refoulé latéralement le terrain anthracifère qui, originairement, s'était formé sur leur emplacement futur, et si l'on ajoute que le dépôt originaire devait dépasser plus ou moins les limites accidentelles qui terminent latéralement aujourd'hui la région anthracifère, on comprendra que le dépôt anthracifère des Alpes occidentales a dû se déposer primitivement sur une surface continue de plus de 900,000 hectares.

Pour comprendre la signification de ces chiffres, il suffit de les comparer à ceux qui expriment les surfaces des principaux terrains

houillers de l'Europe. Nous en avons consigné les mesures, M. Dufrénoy et moi, dans l'Explication de la carte géologique de la France, d'où j'extrait le tableau suivant :

La superficie totale des terrains houillers connus en France, en 1840, était évaluée à	hectares. 280,074
Ces terrains houillers sont répartis entre trente départements, parmi lesquels les plus favorisés en contiennent les étendues suivantes :	
Loire (Saint-Étienne, Rive-de-Gier).	20,899
Gard (Alais, Saint-Ambroix).	26,888
Saône-et-Loire (Ile Creusot, Blanzy, Épinac).	42,798
La superficie des principaux gisements de terrain houillier de la Grande-Bretagne (Angleterre et Écosse), est de	1,572,614
Parmi ces terrains houillers, on remarque particulièrement les suivants :	
Grand bassin des environs d'Édimbourg et de Glasgow.	396,546
Northumberland et Durham (Newcastle).	445,000
Derbyshire.	277,325
Glamorgan (Pays de Galles).	225,750
Staffordshire (Birmingham, Dudley).	5,665
La surface totale des terrains houillers de la Belgique et des environs d'Aix-la-Chapelle (Mons, Charleroy, Liège, Eschweiler), est de	435,000
Les surfaces réunies des terrains houillers de la France, de la Grande-Bretagne et de la Belgique, forment un total de	1,967,742
Ou, en nombre rond, deux millions d'hectares.	

On voit d'après ce tableau que le terrain anthracifère des Alpes occidentales s'est déposé sur une surface égale à *trois fois* au moins la somme des surfaces de tous les terrains houillers de la France, et presque égale à *la moitié des surfaces réunies de tous les terrains houillers de la France, de la Belgique et de la Grande-Bretagne.*

Aucun des bassins houillers de l'Europe, considéré individuellement, n'a donc une surface égale, à *beaucoup près* au terrain anthracifère des Alpes occidentales. On peut cependant citer des bassins carbonifères plus grands encore que ce dernier, et propres à faire comprendre que son étendue n'a en elle-même rien d'improbable. Il suffit pour cela de considérer les terrains où les dépôts char-

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. I, p. 501
Soc. géol., 2^e série, tome XII, 43

bonneux alternent avec le calcaire carbonifère. Le bassin carbonifère du Donetz, dans la Russie méridionale, a une étendue d'environ 2,500,000 hectares. Le bassin carbonifère des États d'Illinois et Indiana, dans l'Amérique septentrionale, a une étendue d'environ 16,200,000 hectares. Le bassin situé immédiatement à l'ouest des Alleghany et celui de Jowa, ont chacun une surface à peu près égale à celui de l'Illinois.

Dans ces bassins immenses, les dépôts charbonneux alternent à plusieurs reprises avec les calcaires à *Productus* et à *Fusulines*, de même que dans les Alpes, les dépôts anthraciteux alternent avec les calcaires à *Bélemnites* et à *Ammonites* persillées. Personne ne doute des alternances carbonifères, quoiqu'elles aient été observées souvent dans des contrées assez couvertes et peu accessibles ; mais on prétend que les géologues qui, depuis Saussure et M. Brochant, ont cru observer de pareilles alternances dans les beaux escarpements des Alpes, si bien mis au jour par les soulèvements qui ont morcelé et relevé tout le dépôt, *doivent s'être trompés partout et toujours*, depuis le Rhône jusqu'à la Durance !

Or, je soutiens que la nature même du dépôt prouve que cette erreur constante est imaginaire. Les roches alpines ne sont pas partout à l'état métamorphique. A Chanteloube (Hautes-Alpes), par exemple, il n'y a aucune trace de métamorphisme, et le *calcaire de la porte de France*, qui recouvre presque directement l'anthracite, n'offre aucune trace d'altération ; seulement, comme en beaucoup d'autres lieux, il présente de petites veinales anthraciteuses entre les couches de calcaire compacte gris brunâtre, plus ou moins bitumineux. Si le combustible que l'on rencontre dans le vaste terrain charbonneux des Alpes occidentales appartenait au terrain carbonifère, on y trouverait de la houille quelque part ; mais on n'y trouve jamais que de l'anthracite.

La nature constamment anthraciteuse du combustible, et la fatale discontinuité de tous les dépôts qui en fait des mines si peu importantes, sont, malheureusement pour les Alpes, deux des caractères des dépôts charbonneux qui alternent avec les calcaires à *Bélemnites* et autres fossiles jurassiques, et qui les distinguent de ceux qui alternent avec les calcaires à *Productus*. Les anthracites des États-Unis constituent de belles couches où l'on a ouvert des exploitations *lucratives* près desquelles les mines d'anthracite de nos Alpes sont d'assez tristes pygmées. La plupart des habitants des villages du Lauzet et du Casset, qui sont les plus voisins des nombreuses mines d'anthracite du vallon de la Poussonnière et du col du Chardonnet, se chauffent, pendant un hiver de neuf mois, avec de la *fiente de vache*

desséchée au soleil. Afin d'avoir moins froid, ils habitent dans leurs étables (1).

Je n'ajouterai plus qu'une seule remarque.

Les roches stratifiées anciennes, dites primitives, qui se montrent dans un certain rayon autour du bassin anthracifère des Alpes occidentales, renferment çà et là les dépôts d'anthracite qui provent, par parenthèse, qu'elles ne sont pas primitives, mais simplement métamorphiques.

Dans l'Explication de la carte géologique de la France, j'ai décrit les anthracites qui s'observent au milieu des gneiss des Vosges, au val d'Ajol, au Bonhomme, à Sainte-Marie-aux-Mines (2) ; les dépôts charbonneux qui s'observent dans les schistes talqueux du département du Var, à N.-O. de Milamas près de Grimaud (3), et j'ai déposé en 1829, dans les collections de l'École des mines, de l'anthracite que j'ai recueilli avec M. de Buch et M. Pentland dans le mica-schiste des bords du lac de Lugano, près de la chapelle de Saint-Martin, sur lequel les grès et conglomérats inférieurs du terrain jurassique reposent tout près de là en stratification discordante.

Les distances qui séparent ces gîtes d'anthracite de la région anthracifère des Alpes sont inférieurs ou tout au plus égales aux dimensions de cette dernière que j'ai citées plus haut ; car de la mine d'anthracite de Chantelombe (Hautes-Alpes) à Grimaud (Var), il y a 160 kilomètres ; de la mine d'anthracite de Bramois (Valais) au val d'Ajol (Vosges), il y a 200 kilomètres ; du gisement d'anthracite de la Chandoline (Valais) au gisement d'anthracite de Saint-Martin, sur les bords du lac Lugano, il y a 110 kilomètres.

La région anthracifère des Alpes est comprise à peu près en entier dans le triangle dont le val d'Ajol, la chapelle de Saint-Martin et Grimaud, forment les trois sommets, et il est sans doute assez naturel de penser à ces gîtes extérieurs, quand on s'occupe des anthracites des Alpes. On doit même y être d'autant plus porté que les roches

(1) Ils y apprennent le latin :

« Là peut-être un Virgile, un Cicéron sauvage,
» Est chantre de paroisse ou bailli de village. »

(DELILLE.)

Je ne crois pas que les actions de ces mines aient encore été cotées dans aucune Bourse. Dieu garde, en tous cas, mes amis paléontologistes d'en acheter!!!

(2) *Explication de la carte géologique de la France*, t. I, p. 314.

(3) *Explication de la carte géologique de la France*, t.I, p. 457.

stratifiées anciennes qui servent de support au terrain anthracifère des Alpes ressemblent plus ou moins à celles qui renferment ces gîtes extérieurs. Le gneiss des Vosges et le mica-schiste du lac de Lugano se retrouvent à peu près dans le groupe des aiguilles rouges et du col de Salenton, et les schistes talqueux qui dominent dans le terrain fondamental des Alpes occidentales ressemblent trait pour trait à ceux du département du Var.

On conçoit d'après cela qu'il n'y aurait rien de surprenant à ce qu'il existât des gîtes d'anthracite dans les schistes soi-disant primitifs des groupes du Mont-Blanc et de l'Oisans. Il est même fort possible que quelques-uns des gîtes d'anthracite des Alpes occidentales, de ceux-là même que j'ai figurés sur la carte ci-jointe, appartiennent réellement au terrain ancien ; car la position stratigraphique de plusieurs d'entre eux est loin d'être complètement éclaircie. On est dans l'habitude de considérer tous ces gîtes d'anthracite comme appartenant à une seule et même catégorie, parce que les empreintes végétales qui les accompagnent ordinairement se rapportent toutes indistinctement à la *flore houillère*. Or, il est certain que *la plupart* de ces gîtes appartiennent avec leurs empreintes végétales au terrain jurassique, et si l'on parvenait à prouver que *quelques-uns* d'entre eux appartiennent, avec leurs empreintes végétales, à un terrain paléozoïque, on aurait trouvé dans des gisements contigus et jusqu'à présent confondus *la preuve la plus directe possible de l'insuffisance des formules actuelles de la botanique fossile*.

M. Michelotti, de Turin, met sous les yeux de la Société divers polypiers, coquilles et crustacés fossiles recueillis par lui cet hiver dans l'île de Cuba, près de la Havane, aux caves dites de Saint-Lazare. Ces espèces appartiennent toutes à la faune actuelle. Voici la liste de celles qui ont pu être déterminées :

Crustacés.

Mitrax hispida, Herbst.

Mollusques.

Emarginula depressa, Blainville.

Calyptraea equestris.

Échinodermes.

Echinoneus cyclostomus, Leske.

*Polypiers coralliaires.**Mussa*, ind.*Macandrina sinuosissima*, Milne Edw. et J. Haime.*Heliastraea annularis*, Milne Edw. et J. Haime.— *cavernosa*, Milne Edw. et J. Haime.*Alveopora fenestrata*, Dana.*Pachyseris rugosa*, Milne Edw. et J. Haime.*Agaricia agaricites*, Milne Edw. et J. Haime.*Stylopora*, ind. (1).

Les couches qui renferment les premiers fossiles sont calcaires et très peu inclinées, tandis qu'il existe une véritable discordance entre elles et celles à polypiers qui bordent la mer. Il est remarquable que ce sont des serpentines qui ont causé cette dislocation; cela se voit très bien près de Regla, Quana-bacca et ailleurs encore.

Un membre demande quelles sont la hauteur et l'épaisseur de ces couches calcaires.

M. Michelotti répond que ces couches paraissent avoir plus de 50 mètres d'élévation, qu'elles sont presque verticales, mais que la disposition des localités ne permet pas de déterminer leur épaisseur.

M. Michelin fait observer que parmi les fossiles présentés par M. Michelotti il se trouve à la fois des polypiers de l'époque actuelle et des oursins des âges passés.

De même, à la mer Rouge et à la Guadeloupe, parmi les fossiles des plages soulevées qui appartiennent presque tous à l'époque actuelle, on en trouve plusieurs dont les espèces sont antérieures à cette époque.

Suivant M. Albert Gaudry, le même genre de phénomène qui a déterminé celui de l'exhaussement des plages de la mer Rouge a déterminé celui de la plupart des côtes méditerranéennes du Levant. Sur les rivages d'une partie de la Basse-Égypte, de la Syrie et de l'île de Chypre, M. Albert Gaudry a suivi une ligne de calcaires ou de sables qui forment comme un

(1) Tous ces fossiles ont été déposés dans la collection de l'École des mines.

cordon littoral. Ces roches renferment des fossiles qui appartiennent presque tous à l'époque actuelle, mais parmi lesquels se trouvent quelques espèces dont on n'a pas encore rencontré les identiques dans le bassin actuel de la Méditerranée.

M. Haimé ne pense pas qu'il y ait aucune difficulté à expliquer la réunion dans une même couche de coquilles fossiles dont les unes ont encore leurs identiques dans nos mers, et dont les autres ne se retrouvent plus. Rien ne prouve que les fossiles des plages soulevées, dont on ne rencontre plus aujourd'hui des identiques dans nos mers, n'y existent pas. Si l'on ne les a pas découverts, c'est peut-être que les recherches n'ont pas encore été assez multipliées.

M. Barrande fait la communication suivante :

Notice sur deux ouvrages offerts par M. le professeur Geinitz, de Dresde, à la Société géologique, sous les titres suivants : 1^o Darstellung der Flora des Hainichen-Ebersdorfer und des Floehaer Kohlen-Bassins, etc. (Description de la flore des bassins houillers de Hainich-Ebersdorf et de Floeha, etc.); 2^o Die Versteinerungen der Steinkohlenformation in Sachsen, etc. (Pétrifications de la formation houillère en Saxe, etc.); par Hans Bruno Geinitz.

M. le professeur Geinitz ayant exprimé le désir qu'il fût rendu compte, dans votre *Bulletin*, de deux ouvrages qu'il a récemment publiés et offerts à la Société, votre Conseil m'a fait l'honneur de me charger de ce soin. J'ai accepté cette tâche avec plaisir, parce que ces deux publications sont très intéressantes pour la science. Vous savez d'ailleurs que l'auteur est un des savants qui méritent le plus notre considération, sous tous les rapports.

Bien que les deux ouvrages qui sont sous vos yeux aient une origine et même une forme un peu différentes, ils ne doivent représenter, à notre point de vue scientifique, qu'un seul et même grand travail sur les bassins carbonifères de la Saxe. Le premier est un mémoire couronné par la Société fondée par le prince Jablonowsky à Leipsig. Suivant le programme du prix proposé par cette Société, ce travail a pour but la description et la représentation aussi complètes que possible de la flore des deux bassins de

Hainich-Ebersdorf et de Flocha, et sa comparaison avec la flore du bassin de Zwickau. Le texte (grand in-8) se compose de 80 pages, et il est accompagné de 14 planches (grand in-folio). L'exécution de ces planches ne laisse rien à désirer, et elles ont heureusement le même format que celles du second ouvrage. Quant au texte de ce mémoire, il remplit de la manière la plus satisfaisante toutes les conditions du programme qui l'a provoqué. Comme les résultats des études de M. Geinitz sur les trois bassins houillers que je viens de nommer reparaissent dans le cadre plus étendu de son second travail, je vais avoir l'occasion de les exposer, à leur place, comme éléments d'un bel ensemble, et je me borne à constater que ce premier Mémoire a été couronné au commencement de l'année 1854.

La Saxe, comme vous le savez, est un pays qui s'est toujours distingué par la culture éclairée des sciences, des arts et de l'industrie. Il est donc tout naturel qu'à une époque où la houille joue un si grand rôle dans ce monde le ministère saxon ait songé à demander aux savants une exploration générale des bassins carbonifères du royaume, afin de connaître leur richesse relative et la nature des produits qu'ils peuvent fournir. Les études déjà poursuivies par M. Geinitz sur cette matière, depuis plusieurs années, le rendaient plus propre que tout autre à remplir les intentions de son gouvernement ; il a donc été chargé spécialement de toutes les recherches qui sont du domaine de la géologie. Dans l'ouvrage qu'il vient de publier, au commencement de cette année, il nous donne la description de tous les fossiles, soit de nature animale, soit de nature végétale, qu'il a pu recueillir ou observer dans les divers bassins houillers du pays, toutefois sans reproduire ce qui avait été exposé sur le même sujet, dans son premier travail que je viens de mentionner. Ces documents occupent 64 pages de texte grand in-folio, et 35 planches du même format. En parcourant cet atlas, vous serez frappé comme moi de la beauté des figures représentant en grandeur naturelle de grands et magnifiques échantillons, qui offrent avec la plus grande netteté tous les caractères distinctifs servant à faire reconnaître les espèces. Avec de pareilles figures sous les yeux, quiconque cherche à déterminer les produits de ses recherches dans les bassins houillers doit trouver cette opération facile.

Le règne animal n'a fourni à M. Geinitz qu'un très petit nombre de fossiles, ensevelis dans ces couches carbonifères. Ce sont quelques dents de poissons et des coprolites attribués à la même classe de vertébrés ; quelques traces ou perforations d'insectes sur la

surface de certaines Sigillaires; une Annélide nommé *Gordius carbonarius*, Gein., et enfin 4 espèces de mollusques appartenant au genre *Cardinia*, voisin des *Unio*. En somme, la faune de ces bassins se réduit à quelques indications assez rares de la vie animale, dans une contrée qui présente, au contraire, des traces si nombreuses, si variées et si bien conservées de la flore des mêmes âges.

Cette flore se compose de 150 espèces, dont M. Geinitz s'est attaché à décrire et à figurer toutes les apparences variées et souvent fort éloignées les unes des autres. Par une sérieuse étude d'un grand nombre d'échantillons, ce savant est ainsi parvenu à identifier des formes qu'on avait auparavant distinguées par des noms génériques ou spécifiques divers, tandis qu'elles représentaient seulement différentes parties, ou différents états de conservation d'un même végétal. C'est là un genre de travail des plus méritoires et qui exige autant de sagacité que de persévérance dans les investigations de l'observateur. M. Geinitz a donc rendu un grand service, sous ce rapport, à la paléophytographie. Vous en jugerez en considérant que les végétaux décrits dans son ouvrage avaient reçu environ 500 dénominations différentes, qu'il a réduites à 150. Cette grande simplification de la nomenclature, résultant de travaux plus étendus et plus minutieux, nous donne l'espoir fondé de voir dans l'avenir cette branche de la science plus accessible aux géologues, et en même temps plus assurée de ses résultats. Au reste, M. Geinitz, tout en éliminant bien des genres et espèces, se plaît à rendre justice aux maîtres qui l'ont guidé dans l'étude des flores éteintes, Sternberg, Adolphe Brongniart, Goepfert, Guthier, etc.

Je crois que ces indications générales suffisent pour que la Société puisse apprécier la bonne méthode que le professeur Geinitz a suivie dans ce grand travail, et je ne crois pas nécessaire d'entrer dans les détails relatifs à la détermination et à la description des genres et espèces. Je me récuserais d'ailleurs comme juge dans cette matière, qui n'a jamais été l'objet spécial de mes études.

M. Geinitz nous annonce une prochaine publication, dans laquelle il établira les relations géognostiques des bassins houillers de la Saxe, et qui sera comme la conclusion des documents contenus dans l'ouvrage qui nous occupe. En attendant, il énonce brièvement les principaux résultats généraux de ses études, et ils sont de nature à exciter vivement notre attention et notre intérêt scientifique.

Ce savant, admettant en principe que toutes les houilles pro-

viennent de la décomposition de végétaux, conçoit : 1° que les plantes de familles distinctes, ayant une composition chimique différente, doivent produire une diversité analogue dans la nature des houilles ; 2° que les couches de houille d'âge différent doivent être caractérisées par certaines plantes particulières, comme les dépôts sédimentaires sont distingués par des fossiles caractéristiques ; 3° que les résultats de ces études, obtenus en Saxe, seront applicables à d'autres contrées.

Guidé par ces idées, M. le professeur Geinitz est parvenu à établir quatre zones distinctes dans les dépôts houillers de la Saxe. Ces zones paraissent correspondre à autant d'époques successives, c'est-à-dire à quatre étages distincts.

La première zone de végétation est représentée par la flore du bassin de Hainich-Ebersdorf, que M. Geinitz compare au bassin du Donetz, entre le Dniéper et le Don, en Russie, en admettant que cet horizon correspond à celui du calcaire carbonifère de Kildare, en Irlande, de Visé, en Belgique, de Moscou, et de Trogenau, à la frontière de Saxe et de Bavière. L'ancienneté relative du bassin de Hainich-Ebersdorf avait déjà été établie sur des considérations purement géognostiques, en 1838, par M. le professeur Naumann, de Leipzig. Les plantes qui caractérisent principalement la flore de cette première zone sont : *Sagenaria Hethcimiana*, Sternb., sp., *Sphenopteris distans*, Sternb., et *Calamites transitionis*, Goepf. Le professeur Geinitz pense qu'on peut nommer la houille de ce bassin, *houille des Sagenaria*.

La seconde zone de végétation, qui comprend la couche de houille de Planitz et plusieurs autres couches signalées près Zwickau, se distingue par la prédominance des Sigillaires, telles que : *Sigillaria alternans*, Sternb., *S. acutata*, Schloth., *S. Cortii*, Brongn., *S. tassellata*, Brongn., *S. cyclostigma*, Brongn. On y trouve aussi des Sagenaires, Calamites, etc. M. Geinitz nomme ces dépôts, *houille des Sigillaria*.

La troisième zone de végétation est représentée par diverses couches de houille, qui portent des noms distincts, dans le bassin de Zwickau. Les plantes prédominantes dans ces dépôts sont les *Calamites*, et particulièrement : *C. cannaeformis*, *C. Sackovi*, et *C. approximatus*, Schloth. On y voit aussi des *Sigillaria*. M. Geinitz donne à ces dépôts le nom de *houille des Calamites*, mais il distingue à la partie supérieure une couche spéciale où prédomine *Annularia longifolia*, avec quelques fougères.

La quatrième zone de végétation comprend, dans le même

bassin de Zwickau et près de Oberhohndorf, diverses couches qui paraissent principalement provenir de la décomposition des fougères. M. Geinitz rapporte à cette zone les houilles de Wetlin, Loebjün et Maebach, près Hmenau. Ce serait donc la *houille des fougères*.

Ces résultats paraîtront encore plus dignes d'attention, lorsque nous aurons sous les yeux, d'un côté la carte géologique et les sections ou profils montrant la disposition relative des bassins et des couches de houille, et de l'autre côté la description des apparences physiques et de la composition chimique de chacune d'elles. Au moyen de ces données, que M. Geinitz et ses dignes collaborateurs sauront exposer d'une manière complète, nous apprendrons d'abord quelle a été en Saxe la succession verticale des diverses flores, correspondant à des étages distincts, et nous pourrons aussi nous former une idée des relations qui peuvent exister entre la nature des végétaux et celle des houilles qui en proviennent. Notre science aura non-seulement fait un double pas en avant, mais elle devra se féliciter encore d'avoir ouvert une nouvelle voie, qui lui permettra d'avancer plus rapidement vers son but.

Depuis plusieurs années je sollicite un jeune savant, plein d'espérances, M. Ettingshausen, de faire pour les bassins houillers de la Bohême, et aussi pour tous ceux du vaste empire d'Autriche, un travail analogue à celui dont je viens de vous entretenir. Il a déjà rassemblé beaucoup de documents, et je serais bien heureux si je pouvais un jour vous exposer les résultats généraux de ses recherches, embrassant une immense surface géographique.

Peut-être aussi d'autres savants, excités par ces beaux exemples et par la grandeur du problème à résoudre, se mettront-ils à l'œuvre pour définir les flores successives et établir leurs limites verticales dans diverses contrées des deux continents.

Lorsque de semblables travaux, exécutés avec toute l'intelligence et la persévérance nécessaires, auront bien clairement établi les flores des étages locaux, nous jugerons si ces flores partielles, quoique plus ou moins indépendantes pour chaque région, peuvent cependant se grouper partout, de manière à présenter de grands ensembles bien distincts, que nous nommerons flores générales. Alors seulement il sera possible de constater les véritables limites de l'extension verticale de divers groupes de végétaux, et de la comparer à la durée des faunes générales qui caractérisent les divers terrains. Alors aussi nous pourrons aborder avec plus de

sécurité la solution du grand et difficile problème du terrain aurifère des Alpes, qui a récemment été rappelé aux méditations de la Société.

En attendant, nous recommanderons à tous ceux qui prennent intérêt à de semblables questions l'étude des beaux ouvrages de M. le professeur Geinitz.

M. Nérée Boubée fait observer que la formation de la houille n'a pas dû cesser avec l'époque houillère proprement dite, mais sans doute s'est perpétuée pendant les diverses périodes géologiques.

Séance du 21 mai 1855.

PRÉSIDENTENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, 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. GARDI (Luigi), à Pesaro (États-Romains), présenté par MM. le marquis de Roys et Clément-Mullet.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la guerre, *Richesse minérale de l'Algérie*, par M. Henri Fournel, t. II, texte ; 1^{er} fascicule, in-4, 240 p., Paris, 1854, imprimerie impériale.

De la part de M. le docteur A. Boué, *Sur l'établissement de bonnes routes et surtout de chemins de fer dans la Turquie d'Europe*, in-8, 52 p., Vienne, 1852, chez G. Braumüller.

De la part de M. Charles Darwin, *A monograph of the fossil Balanidae and Verrucidae of Great Britain*, in-4, 48 p., 2 pl., London, 1854.

De la part de M. M. de Gruenewaldt, *Ueber die Versteinerungen, etc.* (Sur les fossiles du calcaire silurien de Bogossłowski)

(extr. des *Mémoires des savants étrangers de l'Académie des sciences de Saint-Petersbourg*, t. VII), 52 p., 7 pl., Saint-Petersbourg, 1854.

De la part de M. F.-J. Pictet, *Traité de paléontologie*, 2^e édit., t. III, in-8, 854 p., avec la 3^e livraison de l'*Atlas* (28 pl.), Paris, 1855, chez J.-B. Baillière.

De la part de M. G. Searabelli Gommei Flamini :

1^o *Carta geologica della provincia di Bologna et descrizione della medesima*, in-8, 28 p., 1 carte, Inola, 1853, chez J. Galeati et figlio.

2^o *Descrizione della carta geologica della provincia di Ravenna* (extr. des *Nuovi annali di scienze naturali di Bologna*, fasc. di nov. et dec. 1854), in-8, 28 p., 1 carte.

De la part de M. Viquesnel, planches 13 et 14 de l'*Itinéraire d'un voyage en Turquie pendant l'année 1847*.

De la part de M. le docteur J.-B. Greppin, *Notes géologiques sur les terrains modernes, quaternaires et tertiaires du Jura Bernois et en particulier du val de Delémont*, in-4, 72 p., 1 carte, 2 pl.

De la part de M. le docteur H. Schröder, *Ueber die Ursache*, etc. (Sur les causes du flux et du reflux) (extr. des 27^{es} *Comptes rendus annuels de la Société des sciences natur. de Mannheim*), in-8, 29 p., Mannheim, 1855, chez Friederick Bassermann.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1855, 1^{er} semestre, t. XL, nos 19 et 20.

Société impériale et centrale d'agriculture. — *Bulletin des séances*, 2^e sér., t. X, n^o 3.

Société impériale et centrale d'agriculture. — *Programme des concours pour 1855*.

Bulletin de la Société de géographie, 4^e série, t. IX, nos 51, et 52, mars et avril 1855.

L'Institut; 1855, nos 1114 et 1115.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 8^e année, n^o 79.

The Athenæum; 1855, nos 1437 et 1438.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de la Société des sciences naturelles de Seckenberg), t. 1^{er}, 1^{re} livraison, in-4, 187 p., 14 pl. Francfort-sur-le-Mein, 1854, chez H.-L. Brœnner.

M. le Président propose, au nom du Conseil, que la réunion extraordinaire de cette année ait lieu dans les environs de Paris, du 2 au 9 septembre, et que le 26 août, à midi, il y ait, au local de la Société, une réunion préparatoire, dans laquelle le but et l'ordre des courses seront définitivement fixés.

La proposition de M. le président est mise aux voix et adoptée.

M. de Verneuil communique l'extrait suivant d'une lettre à lui adressée par M. Ferdinand Roemer, qui est aujourd'hui professeur à Breslau, en remplacement de M. Glocker.

« Mon frère Adolphe, qui habite Clausthal, m'a annoncé dernièrement une découverte importante qu'il a faite dans le Harz. En étudiant des schistes noirâtres près de Lautenthal, dans la vallée de l'Innerste, il vient de découvrir des Graptolites, qui appartiennent à plusieurs espèces et qui lui paraissent différentes des espèces connues. Voilà donc un fait devant lequel doivent disparaître les doutes qu'entretenaient beaucoup de géologues, et que je partageais moi-même, sur l'existence des couches siluriennes dans le Harz. »

M. de Verneuil rapproche de ce fait la découverte qui a été faite cet hiver de semblables fossiles dans le nord de la France. Les échantillons qu'il a vus à l'École des mines avaient été trouvés dans des travaux de recherche pour la houille; ils étaient parfaitement caractérisés et ne laissent aucun doute sur la présence des couches siluriennes dans cette partie de notre pays (1).

Entre ce point et le Harz, dans la Belgique, les Ardennes et sur les bords du Rhin, les Graptolites sont encore inconnues, mais leur présence aux deux extrémités donne lieu de croire qu'on finira par les rencontrer quelque part. Il est digne de remarque que les couches à Graptolites qu'on vient de découvrir sont immédiatement inférieures aux couches dévoniennes, et que le système silurien supérieur paraît manquer complètement. On

(1) M. Kranz vient aussi, à ce qu'il paraît, de découvrir ces mêmes Graptolites dans les environs des carrières d'Elbersreuth, que M. de Münster avait rendues si célèbres.

sait que ce phénomène s'observe généralement en Espagne et dans l'ouest de la France, et forme pour ainsi dire le trait caractéristique des terrains paléozoïques de ces contrées.

M. Barrande lit la note suivante :

Note sur la Terebratula diphya, par M. le baron d'Hombres-Firmas.

Alais (Gard), 22 avril 1855.

M. Thiollière, qui présidait la dernière réunion extraordinaire de la Société géologique annonce, tome XI, page 700 de nos *Bulletins*, que M. Gruner a recueilli un exemplaire de *Terebratula diphya* au Pouzin, et ajoute que jusqu'ici cette espèce n'avait été citée en France qu'à la Porte de France de Grenoble.

J'ai fait, il y a une quinzaine d'années, sur cette coquille un Mémoire, dans lequel je rapporte que Fabius Columna la fit connaître en 1616, et que, depuis lors, tous les livres d'histoire naturelle en ont fait mention. Je n'ai donc pas entendu la considérer comme nouvelle; j'ai voulu expliquer la formation du trou qui la caractérise, personne, que je sache, ne l'ayant essayé.

J'ai pu me procurer une série de ces coquilles plus ou moins jeunes et adultes que j'ai figurées à la suite de mon Mémoire. Les premiers offrent au milieu du front une échancrure qui s'approfondit dans les suivantes; leurs bords se rapprochent peu à peu, se touchent, se scellent par la fossilisation, et il reste vers le milieu un trou qui traverse les deux valves.

Je communiquai cette explication à quelques amis; je la lus au congrès de Padoue en 1842; elle obtint l'assentiment des géologues, et je citerai particulièrement M. Catullo. Ce célèbre professeur venait de décrire sa *Terebratula antinomia*, qu'il trouvait différente des *T. diphya* et *deltoides*; je les regardai comme des variétés, ainsi que les *T. triangulus* et *mutica*. Il est permis, en histoire naturelle, de ne pas partager l'opinion des maîtres, et il faut convenir que ces diverses Térébratules ne diffèrent pas autant entre elles que les *T. diphya*, plus ou moins échancrées ou percées, que j'ai représentées, et dont j'ai les originaux. Je n'entrerai pas ici dans de plus grands détails que chacun peut voir dans le recueil de mes Mémoires (p. 325, t. IV).

Quant à la rareté de la *T. diphya* en France, M. Thiollière me permettra de le contredire; je ne lui opposerai que nos confrères de la Société géologique.

M. de Malbos en a recueilli de tous les âges auprès de Bérias, dans l'Ardèche. Nous avons visité ce département ensemble; il m'a fait trouver cette coquille et bien d'autres. Feu Requien en avait reçu des échantillons des environs de Die, département de la Drôme; ils sont dans son musée à Avignon avec ceux qu'il avait rapportés de ses explorations dans les Hautes et les Basses-Alpes, dans le département du Var et dans celui des Bouches-du-Rhône, et auprès des Martignes. Je crois que M. Matheron en a du même gisement. J'ai parcouru maintes fois le département de Vaucluse avec MM. Requien, Renaux, Stobieski et Raspail; c'est près de Gigondas que les *T. diphya* sont le plus communes. Les paysans les connaissent, et en rapportent chez eux pour les curieux qui n'ont pas le temps ou le goût d'aller les rechercher; ils les vendent (ou les vendaient il y a douze ans) sous le nom de *parpalions* qu'ils lui donnent, parce que effectivement elles ressemblent assez à certains papillons de nuit.

Après avoir lu la lettre de M. le baron d'Hombres-Firmas sur la *Terebratula diphya*, M. J. Barrande ajoute :

Je crois devoir recommander à l'attention de la Société la réclamation qu'elle vient d'entendre : d'abord parce que M. le baron d'Hombres est un de nos plus respectables confrères, et, en second lieu, parce qu'il est juste de ne pas laisser oublier ou considérer comme non venus les travaux méritoires qui ont été publiés dans le *Bulletin* et comme sous votre patronage. Nous devons reconnaître que M. d'Hombres, en exposant la suite des transformations que subit *Terebratula diphya* à partir du jeune âge où elle est à peine échantonnée au front, jusqu'à l'âge adulte où elle présente une apparente perforation à travers les deux valves, nous a donné l'exemple de la méthode rationnelle qu'on doit suivre dans l'étude et la détermination des fossiles. Son opinion, sur l'identité de *T. diphya* avec diverses autres formes connues sous différents noms cités dans sa note, est du nombre de celles que beaucoup d'entre nous sont disposés à admettre, mais qui se trouvent en opposition avec d'autres idées systématiques que nous n'avons pas à discuter aujourd'hui. *T. diphya* est, sans contredit, un des brachiopodes les plus intéressants des faunes secondaires, et doit attirer souvent l'attention des paléontologues. Il y a quelques années, M. le professeur Zeuschner, alors à Cracovie, en découvrit un gîte très remarquable dans les Carpathes. Malheureusement ce qu'il a publié à ce sujet, en langue polonaise, est

peu accessible pour la plupart d'entre nous. Plus récemment encore, M. Édouard Suess, de Vienne, a écrit une intéressante notice sur *T. diplya*, et vous la trouverez dans les recueils que la Société doit à l'obligeance de M. Haidinger.

En considérant ces circonstances, il me semble que l'insertion de la note de M. d'Hombrès dans le *Bulletin* de la Société serait très convenable sous tous les rapports, et j'ai l'honneur de demander à M. le président de vouloir bien donner les ordres nécessaires à ce sujet.

M. de Roys ajoute :

La note de M. Thiollière se rapporte à une communication de lui, du 8 novembre 1847, répondant à une lettre de M. de Buch, lue à la Société, par M. Élie de Beaumont, le 7 avril 1845, sur les *caractères distinctifs des couches jurassiques supérieures du midi de l'Europe*. Les fossiles cités par M. de Buch étaient de grands *Aptychus*, la *Terebratula diplya* et l'*Ammonites taticus* (Pusch), dont M. de Buch reconnaît l'analogie avec l'*Ammonites heterophylus* (Sow.), auquel M. Thiollière l'assimile également, ainsi que l'*Ammonites Felleda* (Michelin) du gault. D'après l'existence de la *Terebratula diplya* dans les calcaires néocomiens de la Provence, le docteur Quenstedt penchait à regarder le calcaire rouge des Alpes comme néocomien. M. Thiollière, par cette citation, prouve qu'il connaissait cette *Térébratule* dans l'étage néocomien, mais il ajoute qu'il ne la connaissait, dans l'étage oxfordien bien caractérisé, qu'à la Porte de France, et c'est à cette observation qu'il a fait allusion dans la note ajoutée au compte rendu de la session de Valence. Peut-être convient-il d'ajouter que M. d'Orbigny fait de cette *Térébratule*, dans l'étage néocomien, une espèce particulière, sous le nom de *Terebratula diplyoides*.

M. le Président lit la lettre suivante de M. Marcel de Serres.

Montpellier, 24 avril 1855.

Monsieur le président,

Je viens de lire dans le tome XII, page 4h2 (séance du 15 janvier 1855) du *Bulletin de la Société géologique*, une note de M. Coquand sur les terrains perméens des environs de Lodève, not-

d'après laquelle il semblerait avoir rapporté le premier les schistes ardoisiers de la Tuilerie à ces terrains. Ces derniers ne sont pas seulement connus en Allemagne, en Angleterre et en Russie, mais ils le sont aussi dans le midi de la France, depuis quelques années, par les observations de MM. Fournet, Graf et celles que nous avons publiées nous-même.

Nous avons rapporté, en effet, ces schistes aux formations permienes, ainsi que l'on peut s'en assurer en jetant les yeux sur la page 503 du tome XXXVII des *Comptes rendus de l'Académie*. Je les avais déjà considérés comme appartenant à ces formations dans le travail que j'avais soumis aux commissaires de l'Académie le 31 décembre 1852 pour un concours qui n'est pas encore terminé.

C'est sans doute un bien faible avantage que celui d'avoir publié, quelques années avant M. Coquand, des observations qu'il a considérées comme nouvelles ; mais, comme c'est un fait positif, je ne puis pas le laisser ignorer à ceux qui ne lisent pas les *Comptes rendus*.

Je n'ajouterai pas que j'ai depuis longtemps considéré les schistes à empreintes végétales de Lodève comme appartenant aux terrains permien, dans mes cours et les conversations que j'ai eues à ce sujet avec MM. Graf et de Rouville, parce que M. Coquand a très bien pu ignorer ces faits, ainsi que ce que j'ai écrit il y a déjà plusieurs années à M. Adolphe Brongniart sur ces mêmes schistes.

M. le Président lit la lettre suivante de M. Ami Boué.

Vienne, le 5 mai 1855.

Monsieur le président,

La dernière séance de l'Institut géologique impérial a été si intéressante que je crois devoir vous en envoyer l'aperçu. On y a traité de trois sujets fort nouveaux :

1^o M. Denis Stur a dressé une carte des Alpes orientales, et y a indiqué tout le développement des terrains tertiaires (éocène et néogène) et des alluvions anciennes et modernes. La dénomination de *néogène* est substituée, en Autriche, à celles de miocène et pliocène, parce que nous ne trouvons pas les moyens de distinguer nettement ces deux calcaires coquilliers. M. Stur suit ces terrains, et surtout les derniers, jusque dans toutes les vallées principales et subordonnées des Alpes. Il a pour chaque vallée au moins une ou deux mesures de hauteurs. Ainsi il arrive à démontrer que ces

dépôts s'élèvent jusqu'à 4,000 ou 5,000 pieds. Le terrain tertiaire est bien plus répandu dans les Alpes qu'on ne le croyait. Les limites des terrains tertiaires et d'alluvion y indiquent celles des habitations, des villages et des terroirs labourables, ce qui doit intéresser tous ceux qui, comme nous, ne croient pas que la science du mineur soit toute la géologie.

La carte de Star, une grande feuille in-folio, paraît chez Artaria avec une explication de quatre feuilles d'imprimé.

M. le docteur K. Peters, autre géologue de l'empire, propose de regarder beaucoup de ces dépôts d'alluvion à 4,000 et 5,000 pieds d'élévation comme une formation de l'époque éocène ou crétacée supérieure. Il fait observer que, malgré leur élévation et malgré leur prédominance sur les sommités des basses hauteurs, il y a des systèmes de vallées qui en sont exemptes. M. Star, au contraire, s'explique cette distribution du calcaire et des alluvions dans les Alpes par des affaissements et soulèvements à des époques diverses.

2° M. L. Hohenegger, directeur d'usines de fer à Teschen, a été obligé par son service d'étudier le système des Carpathes. Recherchant partout des fers, en général pauvres et disséminés dans les roches, il en a étudié les gîtes divers, soit par lui-même, soit par ses mineurs. Ce n'est qu'une *recherche soignée des fossiles* qui a pu le guider dans ce dédale. C'est une des plus belles victoires de la paléontologie. Les calcaires de Stromberg, d'Inwald et d'autres localités en Moravie et en Silésie, ne forment que des proéminences ressortant sous les dépôts plus récents ou même sous le tertiaire et l'alluvion. Ces calcaires ne sont pas néocomiens, mais appartiennent au calcaire jurassique blanc. Des fragments énormes, quelquefois même *exploitables* comme carrières, s'en trouvent (en blocs erratiques, pour ainsi dire,) dans les schistes arénacés des Carpathes. C'est un fait, et un fait très curieux. Qu'est-ce qui a déplacé ces masses? Sont-elles striées, polies? L'auteur les intitule *bombes calcaires*.

Une traînée calcaire plus au sud, vers ou dans les Carpathes, comprend le calcaire rocailleux ou *Klippenkalk*. Ce calcaire, qui se montre aussi au-devant du Tatra à Rogoznik (Gallicie), offre de nombreux fossiles, qui sont la plupart identiques avec ceux de Stromberg, d'Inwald, etc., et appartiennent décidément aux espèces caractérisant en Wurtemberg le calcaire jurassique blanc moyen et inférieur, ou, en d'autres termes, le corallien et l'oxfordien. Néanmoins, dans la traînée calcaire plus au N., savoir celle de Stromberg et d'Inwald, il s'y associe (*dans les mêmes couches*) une série d'espèces du kimméridgien, tandis que, dans la traînée

plus au sud du calcaire rocailleux, il existe une suite de fossiles du calcaire jurassique brun supérieur. De plus, M. Hohenegger a trouvé, à Rogoznik, une couche du calcaire jurassique brun inférieur avec des *Ammonites* falcifères et le véritable *Ammonites tatricus*, et en même temps une couche de véritable néocomien, dont les fossiles n'avaient pas été séparés de ceux du calcaire rocailleux par Pusch et Zeiszner.

Quant aux schistes et grès carpathiques, voici leurs étages : 1° Inférieurement des schistes sans minerais de fer, à fossiles véritables du *Hils* de Roemer, *en dessous* ; 2° les calcaires foncés de Teschen sans fossiles ; 3° des schistes bitumineux néocomiens à minerais de fer ; 4° les grès de Grodisch qui renferment des fossiles néocomiens, les mêmes que ceux des schistes bitumineux précédents ; 5° schistes et grès carpathiques des monts Carpathes avec minerais de fer dans les schistes bitumineux, et des fossiles nombreux de l'*Argonien* de d'Orbigny. Néanmoins, quelques fossiles de son aptien s'y trouvent mélangés. Les grès des sommités des Carpathes ne sont pas éocènes, mais appartiennent à la craie moyenne. Dernièrement on a trouvé encore un *Hanite* de 2 pieds de long à Lissa-Hora, près de Friedeck. Les grès éocènes et les roches à *Nummulites* ne se trouvent que dans les vallées profondes de cette partie nord-ouest des Carpathes. Lors de leur dépôt s'élevaient hors de la mer les grès crétacés ou carpathiques déjà soulevés. Une *carte géologique* accompagne le texte.

D'une autre part, à l'Académie, M. Zeiszner a détaillé la distribution des dépôts secondaires du Tatra et des montagnes du nord de la Hongrie jusqu'à Neusohl et Gomor. Il a montré qu'autour de pointements de granite, de gneiss et de talcschistes, se trouvent, en couches soulevées, un massif de grès rouge sans fossiles (trias), et un épais dépôt de calcaire et dolomie, quelquefois à anas de fer oxydé rouge, etc. Il classe ce dernier dans le lias supérieur, et y cite 44 fossiles, entre autres l'*Ammonites Bucklandi*, *Vulcatii*, des *Bélemnites* (*B. digitatus*), des *Orthocères* que j'ai vus, etc. Néanmoins, dans le comitat d'Arva, M. Foetterle, géologue de l'empire, prétend qu'il y a aussi beaucoup de néocomien. L'éocène et le nummulitique, et enfin un grès carpathique vert à *Fucoides*, recouvrent le tout. Le mémoire de Zeuselner, ou Zeiszner en polonais, va paraître dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* avec une petite carte du Tatra septentrional et 15 coupes. Zeiszner a aussi découvert des pointements du terrain houiller qui rendent probable son prolongement depuis Ostrum, où

on l'exploite, jusqu'en Gallicie; il serait recouvert surtout de tertiaire.

M. Emmrich a découvert dans la mollasse bavaroise deux systèmes : l'un inférieur marin à grès, marnes, et cailloux à coquilles marines, et l'autre supérieur, à coquilles d'eau douce ou d'eau demi-saumâtre (bancs de Cyrènes et Cérithes) avec les lignites connus.

M. Foetterle a enfin débrouillé la géologie de la Haute-Croatie ou du Kapellen Gebirge, 22 milles carrés en surface, district de Foutschiné, Mrkopolie, Ravnagora jusqu'à Verbovsko, Mrzla-Voditza, Delnice jusqu'à Brod et Tschoubas, le long de la Koulpa. Ce terrain est couvert surtout de monts et rocs d'un calcaire nu et sans végétation, mais, çà et là, il y a des trous circulaires ou enfoncements avec des eaux et une végétation vigoureuse. Dans ce dernier cas sont les environs de Mrzla-Voditza, Foutschiné et Ravnagora; dans le premier, les bords escarpés de la Koulpa qui a un lit profond. Dans les enfoncements règnent le grès, les agglomérats et les schistes gris, qui offrent, près de Mrzla-Voditza, des impressions de Spirifères, de Productus, d'Orthis, des Encrinites, espèces identiques avec celles du calcaire de montagnes de Bleiberg (Carinthie). Il y a aussi des plantes fossiles, surtout près de Foutschiné. Cette formation renferme tout à fait supérieurement des bancs ou amas de minerai de fer brun sur une ligne N.-S., et exploités jadis à Sokole-Tchernilong et Mrzla-Voditza (cime de la route entre Fiume et Carlstadt). Le banc y a 6 pieds d'épaisseur. Ces roches carbonifères sont recouvertes partout de schistes arénacés rouges et verdâtres, ou de grès rouges qui alternent avec des lits minces de dolomie, comme on le voit dans les Alpes dans le système dit de Wersen (Salzbourg). Près de Trsjé, au sud de Tschoubas, on y a trouvé du cinabre. C'est donc bien l'âge de ces schistes de Wersen et du dépôt mercurifère d'Idria. Au-dessus de ce système viennent de grandes masses de dolomie et de calcaire gris noir du système alpin, appelé en Autriche de Guttunstein (Muschelkalk des Anes blancs). Dans la partie occidentale se placent par-dessus des calcaires du lias, bien entendu sans les *Gryphaa arcuata*, qui ne paraissent qu'un grand accident littoral du nord-ouest de l'Europe. Or, cela n'induit à élever quelques points de doutes contre ceux qui mettent en parallèle avec le lias anglo-français de puissantes assises calcaires qui peuvent aussi répondre à des parties jurassiques, moins inférieures. Lorsque je prends en bloc tous les fossiles, depuis le lias jusqu'au corallien, bien entendu sans y comprendre ce dernier, je me

demande quelle preuve on peut donner de l'impossibilité d'une simultanéité dans la vie de tous les mollusques et zoophytes? Devons-nous croire que par toute la terre on retrouvera ces divers horizons liasiques et jurassiques inférieurs par les fossiles? Est-ce que la nature du sol, la profondeur des mers, la différence des dépôts en voie de formation, la direction des courants, etc.; est-ce que toutes ces circonstances, dis-je, ne peuvent pas amener des mélanges? Est-ce que la découverte des *Colonies* de M. Barande ne devrait pas nous rendre circonspects?

M. Denis Stur vient de publier un mémoire sur les Alpes centrales entre le Hoch-Göllin et le Venadiger. Il y développe les mêmes idées que Studer, savoir la décomposition des Alpes en groupes avec des massifs de schistes cristallins en éventail, et d'autres à l'entour dans des états plus ou moins métamorphosés. Ses trois planches de coupes sont détaillées et instructives. Il va partir et s'occuper aussi de faire une grande coupe à travers toutes les Alpes du Danube à Passau jusqu'à Duino, près de Gorizia, sur l'Adriatique. M. Fr. de Hauer fait exécuter cette coupe sur une grande échelle, et on la daguerréotype sur la nature pour la réunion des naturalistes allemands en septembre prochain, à Vienne. M. de Hauer va publier sur les Ammonites un nouveau mémoire avec 22 planches (*Mém. de l'Académie*).

Vous viendrez peut-être assister à ce congrès savant? Cela serait très désirable pour nous, et les collections que nous avons actuellement ici vous dédommageront amplement des fatigues du voyage.

L'Institut géologique impérial envoie à Paris pour votre Exposition des cartes géologiques et un tableau complet de plus de 1000 (je crois du moins me souvenir de ce chiffre) mines ou exploitations dans l'empire avec une explication sommaire intéressante; je l'ai parcourue.

L'imprimerie impériale envoie, entre autres de ses produits, des figures d'animaux, dit-on, avec une histoire naturelle imprimée.

M. Cotteau lit le mémoire suivant :

Notice sur l'âge des couches inférieures et moyennes de l'étage corallien du département de l'Yonne, par M. G. Cotteau.

Dans la séance du 6 juin 1853, M. Raulin a lu à la Société géologique de France une notice sur l'oxford-clay du départe-

ment de l'Yonne (1). Suivant lui, les couches sur lesquelles repose le coral-rag de Tonnerre et de Bailly appartiennent à l'Oxford-clay qui, dans l'Yonne, se divise en trois assises, et comprend à sa base les couches ferrugineuses de Gigny et d'Étivey, à sa partie moyenne les calcaires à rognons siliceux de Druyes et de Châtel-Censoir, ainsi que les calcaires blancs et pisolitiques de Merry et de Coulanges-sur-Yonne, et à sa partie supérieure les couches compactes de Vermenton, de Joux-la-Ville et de Commissey. Nous ne pouvons partager la manière de voir de M. Raulin : l'étage oxfordien, suivant nous, se réduit dans le département de l'Yonne à une faible épaisseur, et se compose presque exclusivement de l'assise ferrugineuse de Gigny et d'Étivey, et de quelques bancs calcaires qui l'accompagnent. Quant aux couches à rognons siliceux (calcaire à chailles), quant aux calcaires blancs et pisolitiques, quant aux assises argileuses et compactes qui les surmontent, nous les considérons comme constituant la partie inférieure et moyenne de l'étage corallien. Cette opinion, que nous avons longuement développée dès 1850 (2), n'a point été modifiée par les objections que M. Raulin nous oppose. Tout en admettant le même point de départ, tout en reconnaissant parfaitement la justesse de ses observations en ce qui concerne la nature, la délimitation et la superposition des couches dont il s'agit, nous persistons toujours à les placer à la base et à la partie moyenne du coral-rag.

Depuis la publication de la Notice de M. Raulin, nous avons étudié et déterminé avec beaucoup de soin les nombreux fossiles qu'on rencontre dans ces assises, et c'est le résultat de ce travail paléontologique que nous voulons présenter à la Société. Il nous a semblé que, dans une question de cette nature, alors que M. Raulin et moi, admettant la même superposition, ne sommes en désaccord que sur l'âge de ces couches, c'était surtout à la paléontologie qu'il était réservé de décider si elles appartenaient à l'époque oxfordienne ou à l'époque corallienne.

M. Raulin a donné la description des différentes assises qui nous occupent. Nous croyons inutile d'y revenir; quelques mots seulement nous paraissent nécessaires sur les couches qui servent de base à l'étage corallien du département de l'Yonne. Elles se composent de calcaires gris, blanchâtres, marneux, remplis sur certains points de chailles siliceuses, réduits à une faible épaisseur

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. X, p. 485.

(2) *Bull. de la Soc. des sc. hist et nat. de l'Yonne*, t. IV, p. 187 et suiv.

aux environs de Druyes, de Châtel-Censoir, d'Arcy-sur-Cure, très puissamment développés, au contraire, dans l'arrondissement de Tonnerre, à Pacy et à Ancy-le-Franc. Bien que ces calcaires inférieurs renferment un assez grand nombre de fossiles oxfordiens, nous sommes porté cependant à les considérer comme appartenant déjà à l'étage corallien, 1° parce qu'ils renferment une bien plus grande quantité d'espèces coralliennes, associées à certains fossiles réellement oxfordiens; 2° parce qu'ils se lient intimement aux couches coralliennes qui viennent au-dessus; 3° et enfin, parce qu'ils nous paraissent correspondre par leur superposition, par leurs caractères minéralogiques et paléontologiques à d'autres couches déjà observées sur d'autres points, et que nous considérons comme formant la partie inférieure de l'étage corallien. Nous avons été frappé notamment de l'analogie très grande que cette assise présente avec certaines couches qui, dans la Meuse, se montrent à la base de l'étage corallien. Dans sa Statistique minéralogique, M. Buvignier les décrit avec beaucoup de soin: ce sont des calcaires blancs et grisâtres, à texture fine et subcompacte, et renfermant un grand nombre de fossiles presque toujours à l'état de moule intérieur. Plus ou moins développés suivant les localités où on les observe, quelquefois ils manquent tout à fait ou sont réduits à une faible épaisseur, tandis qu'à Creue et à Liouville ils atteignent une grande puissance; mais partout ils se lient intimement aux bancs oolitiques et pétris de polypiers qui viennent au-dessus. Aussi M. Buvignier, malgré les espèces oxfordiennes qui s'y rencontrent encore, n'hésite pas à faire de ces calcaires la partie inférieure de son groupe corallien. La faune qui les caractérise est remarquable par l'abondance des céphalopodes et surtout des acéphales, et par l'absence presque complète des zoophytes. Elle présente beaucoup d'analogie avec celle de nos calcaires à chailles. Voici la liste des espèces communes que nous ont offertes ces deux dépôts:

<i>Nautilus giganteus</i> , d'Orb.	}	<i>Pholadomya constricta</i> , d'Orb.
<i>Ammonites canaliculatus</i> , Munst.		— <i>decemcostata</i> , Rœm.
— <i>cordatus</i> , Sow.		— <i>Duboisii</i> , d'Orb.
— <i>Hemici</i> , d'Orb.		— <i>paucicosta</i> , Rœm.
— <i>perarmatus</i> , d'Orb.		— <i>trapezicostata</i> , d'Orb.
— <i>plicatilis</i> , Sow.		<i>Panopea peregrina</i> , d'Orb.
— <i>Toucastanus</i> , d'Orb.		<i>Thracia pinguis</i> , d'Orb.
<i>Purpurina Lapierra</i> , d'Orb.		<i>Anatina undata</i> , d'Orb.
— <i>Morceusia</i> , d'Orb.		<i>Trigonia clavellata</i> , Park.
<i>Pholadomya ampla</i> , Ag.		<i>Pinna lanceolata</i> , Sow.
— <i>cingulata</i> , Ag.		— <i>sublanceolata</i> , d'Orb.

Mytilus imbricatus, d'Orb.
 — *subpectinatus*, d'Orb.
Myoconcha radiata, d'Orb.
Gervillia aviculoides, Sow.
Pecten subarticulatus, d'Orb.
 — *Zietenus*, Buv.

Ostrea dilatata, Desh.
Pygaster umbrella, Ag.
Glypticus hieroglyphicus, Ag.
Echinus perlatus, Desm.
Hemicidaris crenularis, Ag.
Cidaris Blumenbachii, Munst.

La présence dans ces deux assises de 34 espèces communes ne doit-elle pas être pour nous une raison de penser qu'elles ont été déposées à une même époque et sous des influences à peu près identiques?

Ces calcaires, ainsi que nous l'avons déjà dit, renferment des espèces coralliennes et oxfordiennes. Cependant la plupart des fossiles oxfordiens, et notamment les céphalopodes, ne se rencontrent que dans les couches inférieures, et sont bientôt remplacés par des fossiles coralliens qui, dans les bancs plus élevés, dominent à peu près exclusivement. Les échinides, par exemple, si nombreux à Châtel-Censoir et à Druyes, ne se développent que dans les assises supérieures et lorsque les Ammonites oxfordiennes ont depuis longtemps disparu. Cette répartition des fossiles nous a fait d'abord considérer ces calcaires comme un dépôt transitoire servant, dans nos contrées, de passage entre les terrains oxfordien et corallien. Peu importe, du reste, l'étage dans lequel on les place; ce que nous avons cherché à démontrer, c'est qu'ils sont contemporains des calcaires de Crene et de Liouville, et se trouvent comme eux à la base du groupe corallien.

Nous comprenons parfaitement qu'on rattache cette assise à l'étage oxfordien, mais alors il faut la laisser à la partie supérieure, et non pas, ainsi que l'a fait M. Raulin, la rapporter à la base de la partie moyenne, car, s'il peut exister quelque doute relativement à l'origine oxfordienne ou corallienne de ce dépôt intermédiaire, la même incertitude ne peut avoir lieu pour les calcaires blancs et oolitiques qui le surmontent.

Calcaires blancs et pisolitiques. — Au-dessus des couches dont nous venons de parler, se développe dans l'Yonne, à l'O. de la Cure, un massif puissant composé de calcaires blancs, oolitiques, irrégulièrement stratifiés, et d'un aspect minéralogique très variable. Certains bancs sont compactes; d'autres, très puissants, renferment une grande quantité de polypiers unis par une pâte dure et résistante; quelquefois, au contraire, la roche est friable, grossièrement oolitique, et pétrie de corps organisés plus ou moins roulés.

M. Raulin considère ces couches comme formant la partie moyenne de l'étage oxfordien. Intimement liées aux calcaires à

chailles dont nous venons de parler, et aux assises compactes et lithographiques qui les recouvrent, elles forment un ensemble correspondant, suivant lui, à l'oxford-clay de la Haute-Marne, de la Meuse et des Ardennes (1).

Quant à nous, ce synchronisme ne nous est nullement démontré. Il nous semble beaucoup plus naturel de placer ces calcaires blancs et pisolitiques dans l'étage corallien, et de les rapprocher des couches coralliennes des environs de Saint-Mihiel. Signalons d'abord l'analogie que présentent ces deux dépôts dans l'aspect et la nature de leurs couches. La roche a la même couleur blanche, la même texture grossière, oolitique, souvent saccharoïde. A Merry-sur-Yonne et à Mailly-le-Château, elle forme, sur les bords de la vallée, de véritables falaises taillées à pic, remarquables par leur élévation, dont l'aspect est le même que celui des rochers de Dun et de Saint-Mihiel, et qui montrent également sur leurs flancs ces sillons profonds et horizontaux si bien décrits par M. Buvignier (2).

Au point de vue paléontologique, l'analogie entre ces deux dépôts est plus étroite encore. La faune qui les caractérise est remarquable par sa richesse, par l'abondance des zoophytes, des échinodermes et des gastéropodes, par l'absence presque complète des céphalopodes. Parmi les nombreuses espèces que ces couches nous ont offertes dans le département de l'Yonne, nous en avons déterminé 323 (3), le plus souvent de concert avec M. Raulin qui, dans sa Statistique géologique, a adopté une liste à peu près identique avec la nôtre (4). Afin qu'on puisse apprécier d'un coup d'œil la valeur paléontologique de ces espèces, nous les avons réunies dans un tableau, et, en regard de chacune d'elles, nous mentionnons les localités corallienne ou oxfordienne dans lesquelles ces mêmes espèces ont déjà été signalées.

Pour type des localités coralliennes, nous choisissons Bailly, Tonnerre (Yonne), Saint-Mihiel, Verdun (Meuse); la Rochelle (Charente-Inférieure), Nattheim, Streitberg (Allemagne). Pour type des localités oxfordiennes, nous avons pris Gigny, Étivey (Yonne), Châtillon (Côte-d'Or), Neuvisy, Viel-Saint-Remy (Ardennes), Trouville (Calvados).

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. X, p. 496.

(2) Buvignier, *Stat. géol., min. et pal. de la Meuse*, p. 259 et 284.

(3) Nous comprenons dans ce nombre 50 espèces nouvelles, décrites dans nos *Études sur les Échinides et sur les Mollusques fossiles du département de l'Yonne*.

(4) Raulin, *Stat. géol. de l'Yonne*, p. 338 et suiv. (épreuves).

CALCAIRES BLANCS ET PISOLITIQUES.

NOMS DES ESPÈCES.	LOCALITÉS CORALLIENNES.					LOC. OXFORDIENNES.			RÉSUMÉ.		
	Bailly, Tancarville.	Saint-Mihiel, Verdun.	La Rochelle.	Nalimur.	Autres localités coralliennes.	Total des espèces coralliennes.	Gigny, Etivey.	Châillon, Nervisy, et autres localités.	Total des espèces oxfordiennes.	Espèces communes à l'étage corallien.	Espèces propres à l'étage oxfordien.
<i>Ammonites plicatilis</i> , Sow.
<i>Rissoina bisulca</i> , d'Orb.
<i>Chemnitzia athleta</i> , d'Orb.
— <i>Censoriensis</i> , Col.
— <i>Clytia</i> , d'Orb.
— <i>Corallina</i> , d'Orb.
— <i>Cornelia</i> , d'Orb.
— <i>Cottalidina</i> , d'Orb.
— <i>Pollux</i> , d'Orb.
<i>Nerinea Bernardiana</i> , d'Orb.
— <i>Cabanataana</i> , d'Orb.
— <i>Cocilia</i> , d'Orb.
— <i>Calliope</i> , d'Orb.
— <i>Callioche</i> , d'Orb.
— <i>Calypso</i> , d'Orb.
— <i>canaliculata</i> , d'Orb.
— <i>Censoriensis</i> , Col.
— <i>Clio</i> , d'Orb.
— <i>Clymene</i> , d'Orb.
— <i>Clytia</i> , d'Orb.
— <i>Cottalidina</i> , d'Orb.
— <i>Crichea</i> , d'Orb.
— <i>Cynthia</i> , d'Orb.
— <i>Dejanirii</i> , Desh.
— <i>depressa</i> , Voltz.
— <i>Desvoulzi</i> , d'Orb.
— <i>fasciata</i> , Voltz.
— <i>fusiiformis</i> , d'Orb.
— <i>Gaudryana</i> , d'Orb.
— <i>gradata</i> , d'Orb.
— <i>Jollyana</i> , d'Orb.
— <i>Mundelstohi</i> , Bronn.
— <i>Moreaustana</i> , d'Orb.
— <i>Mose</i> , Desh.
— <i>ornata</i> , d'Orb.
— <i>scutata</i> , Voltz.
— <i>sequano</i> , Thur.
— <i>speciosa</i> , Voltz.
— <i>subcylindrica</i> , d'Orb.
— <i>substriata</i> , d'Orb.
— <i>subulcinata</i> , d'Orb.
— <i>turritella</i> , Voltz.
— <i>Pauciana</i> , Col.
— <i>visergis</i> , Roem.
<i>Acleonina Dormoistana</i> , d'Orb.
— <i>globulata</i> (<i>Orthostoma</i> , Buv.)
— <i>hordani</i> , d'Orb.
— <i>Humbertina</i> (<i>Orthostoma</i> , Buv.)
— <i>Rohincana</i> , Col.
<i>Natica Dejanira</i> , d'Orb.
— <i>Delta</i> , d'Orb.
— <i>grandis</i> , Müst.
— <i>hemispharica</i> , d'Orb.
— <i>nullepora</i> , Buv.
— <i>Rupellensis</i> , d'Orb.
	55	9	55	5	8	4	41	1	0	1	40
										0	1

NOMS DES ESPÈCES.	LOCALITÉS CORALLIENNES.					IOL. OXFORDIENNES.			RÉSUMÉ.				
	Bailly-Tonnere.	Saint-Mihiel, Verdun.	La Rochelle.	Southam.	Autres localités coralliennes.	Total des espèces coralliennes.	Gigry, Eivroy.	Clatillon, Neauvès, et autres localités.	Total des espèces oxfordiennes.	Espèces propres à l'étage corallien.	Espèces propres à l'étage oxfordien.	Esp. comm. aux étages corallien et oxfordien.	
<i>Nerita canalifera</i> , Buv.	55	9	55	5	5	4	41	1	0	1	40	0	1
— <i>Corallina</i> , d'Orb.
— <i>Orbignyana</i> , Col.
— <i>putaurochroma</i> , Buv.
— <i>sigaretina</i> , Buv.
— <i>salcatina</i> , Buv.
— <i>Wrightiana</i> , Col.
<i>Neritopsis Cottaldina</i> , d'Orb.
— <i>deussata</i> , d'Orb.
— <i>Iennensis</i> , Col.
<i>Pileolus costatus</i> , d'Orb.
— <i>Moreanus</i> , d'Orb.
<i>Trochus aculeicarinata</i> , Buv.
— <i>Cottaldinus</i> , d'Orb.
— <i>Dactylus</i> , d'Orb.
— <i>Delta</i> , d'Orb.
— <i>subrigosus</i> , Buv.
<i>Turbo Bourgnignatinus</i> , Col.
— <i>Cotteusticus</i> , d'Orb.
— <i>Courtautianus</i> , Col.
— <i>epilus</i> , d'Orb.
— <i>erinus</i> , d'Orb.
— <i>globatus</i> , d'Orb.
— <i>serratus</i> (<i>Delphinata</i> , Buv.)
— <i>subsinuatus</i> , d'Orb.
— <i>substellatus</i> , d'Orb.
— <i>tegulatus</i> , Man t.
<i>Phasionella Buvignieri</i> , d'Orb.
<i>Stomatia funata</i> , d'Orb.
<i>Ditremaria amata</i> , d'Orb.
— <i>ornata</i> , d'Orb.
— <i>quinquecincta</i> , d'Orb.
— <i>Rathieriana</i> , d'Orb.
<i>Pleurotomaria Glyceria</i> , d'Orb.
<i>Plerocera polypoda</i> , Buv.
<i>Parparina Lupierrea</i> , d'Orb.
— <i>Moreusina</i> , d'Orb.
— <i>turbinoides</i> , d'Orb.
<i>Cerithium Achilles</i> , d'Orb.
— <i>buccinoides</i> , Buv.
— <i>Censoriense</i> , Col.
— <i>Corallense</i> , Buv.
— <i>Davidsonianum</i> , Col.
— <i>Glucippe</i> , d'Orb.
— <i>Moreanum</i> , Buv.
— <i>subsinuata</i> , d'Orb.
— <i>Virdunense</i> , Buv.
<i>Rimula cornu-copiae</i> , d'Orb.
<i>Helcion Corallina</i> , d'Orb.
— <i>Iennensis</i> , Col.
— <i>Ruppellensis</i> , d'Orb.
— <i>submucronata</i> , d'Orb.
<i>Panopaea Beaudouinaua</i> , Col.
— <i>Censoriensis</i> , Col.
— <i>pulchella</i> , Col.
	110	14	72	8	50	5	81	1	0	1	80	0	1

NOMS DES ESPECES.	LOCALITÉS CORALLIENNES.						LOC. OXFORDIENNES.			RÉSUMÉ.		
	Bally, Tonnerre.	Saint-Nijel, Verdun.	Le Rochelle.	Mathéin.	Autres localités coralliennes.	Total des espèces coralliennes.	Gippy, Elvey.	Châtillon Neuvilly et autres localités.	Total des espèces oxfordiennes.	Espèces propres à l'éclage corallien.	Espèces propres à l'éclage oxfordien.	Esp. communes aux éclages corallien et oxfordien.
<i>Panopæa tremula</i> , Buv.	110	14	72	8	10	5	81	1	0	1	80	0
<i>Pholadomya purpura</i> , Rom.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Gastrochaena Moreana</i> , Buv.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>oceanica</i> , d'Orb.												
<i>Macra Censoriensis</i> , Cot.												
<i>Opis Buvignieri</i> , d'Orb.									*	*	*	*
— <i>cardissoides</i> , d'Orb.					*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Censoriensis</i> , Cot.									*	*	*	*
— <i>Cotteusia</i> , d'Orb.									*	*	*	*
— <i>Gottfussiana</i> , d'Orb.					*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Moreana</i> , d'Orb.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>paradoxa</i> , d'Orb.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Thais</i> , d'Orb.									*	*	*	*
<i>Astarte Cotteusia</i> , d'Orb.					*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Drouetiana</i> , Cot.									*	*	*	*
— <i>Moreana</i> , Buv.									*	*	*	*
— <i>squamularia</i> , Buv.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Hippodiam Corallinum</i> , d'Orb.					*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Cottaldinum</i> , d'Orb.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cyprina Censoriensis</i> , Cot.									*	*	*	*
— <i>Eucharis</i> , d'Orb.				*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cypricardia Censoriensis</i> , Cot.									*	*	*	*
<i>Trigonia Bronnii</i> , Ag.					*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Meriani</i> , Ag.				*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Lucina athleta</i> , d'Orb.					*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Della</i> , d'Orb.					*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>globosa</i> , Buv.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Moreana</i> , Buv.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Corbis Cottaldina</i> , d'Orb.									*	*	*	*
— <i>decussata</i> , Buv.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>elegans</i> , Buv.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>mirabilis</i> , Buv.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Moreana</i> , Buv.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>subdecussata</i> , Buv.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cardium corallinum</i> , Leym.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>semi-septiferum</i> , d'Orb.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>sublamellosum</i> , d'Orb.									*	*	*	*
<i>Unicardium Acete</i> , d'Orb.									*	*	*	*
<i>Arca Censoriensis</i> , Cot.									*	*	*	*
— <i>Harpya</i> , d'Orb.				*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Halina</i> , d'Orb.				*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Idmone</i> , d'Orb.				*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Janus</i> , d'Orb.				*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Janina</i> , d'Orb.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Junthe</i> , d'Orb.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Jason</i> , d'Orb.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>trivulcata</i> , Münster.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Myoconcha compressa</i> , d'Orb.					*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>radiata</i> , d'Orb.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Mytilus Censoriensis</i> , Cot.									*	*	*	*
— <i>Lagus</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Leda</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Lynceus</i> , d'Orb.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>pelasus</i> , d'Orb.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Rayanus</i> , Cot.			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	165	18	92	17	16	12	121	1	5	4	119	2

NOMS DES ESPÈCES.	LOCALITÉS CORALLIENNES.						LOC. OXFORDIENNES.			RÉSUMÉ.			
	Batly, Tennerre.	Saint-Michel, Verdun.	La Rochelle.	Nathheim.	Autres localités coralliennes.	Total des espèces coralliennes.	Giguy, Elivey.	Clifton, Newisj, et autres localités.	Total des espèces oxfordiennes.	Espèces propres à l'étage corallien.	Espèces propres à l'étage oxfordien.	Esp. comm. aux étages corallien et oxfordien.	
<i>Mytilus rigidatus</i> , Col.	163	18	92	17	16	12	121	4	5	4	149	4	2
<i>Lithodanus Censoriensis</i> , Col.													
— <i>ellipsoides</i> (<i>Mytilus</i> , Buv.)			*				*				*		
— <i>gradatus</i> (<i>Mytilus</i> , Buv.)			*				*				*		
— <i>Raulinianus</i> , Col.													
— <i>Vernutianus</i> , Col.													
<i>Lima arcuata</i> , Münst.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>equilatera</i> , Buv.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>alternicosta</i> , Buv.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Charmasseana</i> , Col.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>corallina</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Davoustiana</i> , Col.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>exarata</i> , Goldf.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>leviscula</i> , Desh.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Munsteriana</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>proboscidea</i> , Sow.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>rigida</i> , Desh.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Papellensis</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>subsemi-lunaris</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>substriata</i> , Münst.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>tegulata</i> , Münst.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pinnigera rugosa</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Sancti-Peregrini</i> , Col.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Saussurii</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Arcula corallina</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>subplana</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pecten Censoriensis</i> , Col.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>corallinus</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Desmoulinianus</i> , Col.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>giganteus</i> , Goldf.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>iniqui-costatus</i> , Phil.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>intertextus</i> , Roem.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Lorvianus</i> , Col.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Micheliniannus</i> , Col.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Moreanus</i> , Buv.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Niveus</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Orontis</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>subarticulatus</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>varians</i> , Roem.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>viminens</i> , Sow.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Firdanensis</i> , Buv.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Zietens</i> , Buv.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Hamites inaequistriatus</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>ostreiformis</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>tenistriatus</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Diceras arctina</i> , Lamk.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>sinistra</i> , Desh.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ostrea amor</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Clytia</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Cypria</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>gregaria</i> , Sow.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>spiralis</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Placunopsis Censoriensis</i> , Col.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
— <i>Jurensis</i> , Lyc. et Mer.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Rhynchonetta Corallina</i> , Leym.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	210	26	109	36	27	14	139	2	14	13	150	6	9

NOMS DES ESPÈCES.	LOCALITÉS CORALLIENNES.						LAG. OXFORDIENNES.			RÉSUMÉ.			
	Bailly, Tancarville.	Saint-Michel, Vegetum.	La Rochelle.	Nantes.	Autres localités coralliennes.	Total des espèces coralliennes.	Gigy, Elvrey.	Clouston, Norvège, et autres localités.	Total des espèces oxfordiennes.	Espèces propres à l'étage corallien.	Espèces communes à l'étage oxfordien.	Esp. comm. aux deux étages corallien et oxfordien.	
<i>Terebratulina insignis</i> , Sphl.	220	26	109	56	27	14	139	2	14	15	130	6	9
— <i>Repelliniana</i> , d'Orb.	*	*	*				*				*		
— <i>subsetta</i> , Leym.			*				*				*		
<i>Terebratella pectunculoides</i> , d'Orb.				*			*				*		
<i>Crania Humbertiana</i> , Rav.							*				*		
<i>Collyrites Michelini</i> , d'Orb.				*			*				*		
<i>Pygurus Blumenbachi</i> , Ag.	*						*				*		
<i>Desoriella Icaunensis</i> , Col.							*				*		
— <i>Orbignyana</i> , Col.							*				*		
<i>Pygaster pilens</i> , Ag.							*				*		
— <i>umbrella</i> , Ag.		*	*				*				*		
<i>Echinus perlatus</i> , Desm.		*	*				*				*		
<i>Polycyphus Corallinus</i> , Col.							*				*		
<i>Glypticus hieroglyphicus</i> , Ag.	*	*					*				*		
<i>Arbacia Jurassica</i> , Col.							*				*		
<i>Diadema Drogiacum</i> , Col.							*				*		
— <i>hemisphaerium</i> , Ag.	*						*				*		
— <i>Icaunense</i> , Col.							*				*		
— <i>Orbignyatum</i> , Col.	*						*				*		
— <i>Ricordanum</i> , Col.							*				*		
— <i>subangulare</i> , Ag.						*	*				*		
<i>Acrocidaris Censoriensis</i> , Col.							*				*		
— <i>nobilis</i> , Ag.				*			*				*		
<i>Hemicidaris crenularis</i> , Ag.		*	*	*	*	*	*				*		
— <i>diademata</i> , Ag.	*		*	*	*	*	*				*		
— <i>Meryaca</i> , Col.	*		*	*	*	*	*				*		
<i>Cidaris baculifera</i> , Ag.				*	*	*	*				*		
— <i>Blumenbachi</i> , Ag.	*	*	*	*	*	*	*				*		
— <i>Censoriensis</i> , Col.				*	*	*	*				*		
— <i>coronata</i> , Goldf.		*	*	*	*	*	*				*		
— <i>crassa</i> , Col.				*	*	*	*				*		
— <i>Drogica</i> , Col.						*	*				*		
— <i>granulata</i> , Col.						*	*				*		
— <i>lineata</i> , Col.						*	*				*		
— <i>pustulifera</i> , Ag.						*	*				*		
— <i>spinosa</i> , Ag.				*	*	*	*				*		
— <i>trigonacantha</i> , Ag.				*	*	*	*				*		
<i>Reptomulticava capilliformis</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*				*		
— <i>Corallina</i> , d'Orb.				*	*	*	*				*		
— <i>gradata</i> , d'Orb.				*	*	*	*				*		
<i>Apiocrinus Roissyanus</i> , d'Orb.	*		*	*	*	*	*				*		
<i>Lasmophyllia Moreausiaca</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*				*		
<i>Elipsosmilia plicata</i> , d'Orb.				*	*	*	*				*		
<i>Montlivaltia Calvimonti</i> , Ed. et H.	*	*	*	*	*	*	*				*		
— <i>incubans</i> , Ed. et H.		*	*	*	*	*	*				*		
— <i>subrugosa</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*				*		
<i>Acrosmilia ansiformis</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*				*		
<i>Thecasmita Buvignieri</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*				*		
— <i>crassa</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*				*		
— <i>glomerata</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*				*		
— <i>subcylindrica</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*				*		
<i>Calamophyllia Edwardsii</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*				*		
— <i>pseudostylina</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*				*		
— <i>simplex</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*	*				*		
	274	55	198	46	51	20	105	5	16	17	184	6	11

NOMS DES ESPÈCES.	LOCALITÉS CORALLIENNES.					LOC. OXFORDIENNES.			RÉSUMÉ.			
	Bailly, Tonnerre,	Saint-Michel, Verreau,	La Rochelle,	Natham.	Autres localités coralliennes.	Total des espèces coralliennes.	Gigny, Mévry.	Chailion, Neuvisy, et autres localités.	Total des espèces oxfordiennes.	Espèces propres à l'étage corallien.	Espèces propres à l'étage oxfordien.	
274	55	128	46	51	20	195	5	16	17	184	6	11
<i>Colanophylla strangulata</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>striata</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Eunomia articulata</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>Cottabina</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>flabella</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>lavis</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Aptophylla dichotoma</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Conocania tumularis</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Adelocania castellum</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>tubulosa</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Decocania magnifica</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>Michelini</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Pavistrea Lif-diani</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>meandricus</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Pseudocania octonis</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Styina microcoma</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Stephanocania plana</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>trichofarmis</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Astrocania Suetii-Micheli</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Prionostrea punctata</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>Rothieri</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Conusostrea Burgundia</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>immaculata</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>Mosensis</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>sub-Burgundia</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Synostrea collinaria</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>cristata</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Diastrea suberosa</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Centrostroma granulata</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Aptostilia aspera</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>semisulcata</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Mylogyra flabellum</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Pachygyra Cottaldina</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>tuberosa</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Nyriophyllia castellina</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Meandrina elegans</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Onchophyllia contragata</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>microstoma</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
— <i>Michelini</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Meandrophyllia Lathringa</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Edgaria graciosa</i> , Mich.		*			*	*				*		
— <i>irregularis</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Comoseris meandrinoides</i> , d'Orb.		*	*		*	*				*	*	
<i>Comophylla Cottaldina</i> , d'Orb.		*			*	*				*		
<i>Microphyllia Edwardsii</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*				*	*	
<i>Lobocania sublaevis</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*				*	*	
<i>Nodularia capitata</i> , Bay.		*	*	*	*	*				*	*	
— <i>gibbosa</i> , Bay.		*	*	*	*	*				*	*	
<i>Hypotimus Mosensis</i> , d'Orb.		*	*	*	*	*				*	*	
325	41	158	60	51	27	246	5	16	17	225	6	11

Sur les 323 espèces recueillies dans ces calcaires, 81 leur sont propres, 225 appartiennent à l'époque corallienne, 6 seulement à l'époque oxfordienne (1), 11 ont été rencontrées à la fois dans des localités coralliennes et oxfordiennes.

Notre tableau nous indique en outre que, parmi les espèces coralliennes, 158 se retrouvent dans le coral-rag de la Meuse, 50 dans celui de la Rochelle, 41 dans le coral-rag supérieur de Bailly et de Tommerre, et 31 dans le coral-rag d'Allemagne. Comme on le voit, il ne s'agit pas ici de résultats incertains, de proportions douteuses. En présence de chiffres aussi significatifs que ceux que nous venons de citer, nous sommes assurément en droit de rapporter la faune de cette assise à l'époque corallienne. Les espèces qu'on y rencontre le plus abondamment parmi les gastéropodes ou les acéphales, parmi les échinodermes ou les zoophytes, sont celles que partout on considère comme caractérisant essentiellement l'étage corallien. Ce sont les *Nerinea Mandelstohi*, *Mosæ*, *Cabanetiana*, *Defraucii*. C'est le *Cardium corallinum*, le *Diceras avietina*, le *Cidaris coronata*, l'*Echinus perlatus*, le *Thecosmilia Buvignieri*, l'*Eunomia levis*, etc.

153 espèces communes entre les couches de l'Yonne et celles de Saint-Mihiel ne peuvent laisser aucun doute sur leur synchronisme, surtout lorsque l'on considère que quelques-unes de ces espèces, très remarquables par leur forme, telles que le *Purpurina Moreausia*, l'*Acteonina Dormoisiana*, l'*Opis paradoxa*, l'*Hippopodium Cottaldinum*, le *Mytilus petasus*, n'ont jamais été signalés sur d'autres points. Non-seulement ces deux dépôts sont contemporains, mais ils ont été formés sous la même influence. Dans les deux localités, nous retrouvons la même association de genres et d'espèces. Certains bancs sont presque entièrement pétris de Dicérites; dans d'autres dominant les Nérites, les Trochus, les Turbo, les Cécrites, les *Pileolus*. Le seul genre *Nerinea* a offert aux environs de Saint-Mihiel 38 espèces (2), et 33 à Coulanges-sur-Yonne et Châtel-Censoir, et sur ce nombre 22 sont identiques. Dans la Meuse comme dans l'Yonne, les zoophytes se sont partout multipliés avec une prodigieuse abondance. Développement des mêmes

(1) Ces 6 espèces sont : *Opis Buvignieri*, d'Orb., *Astarte Moreana*, Buv., *Lima alternicosta*, Buv., *Lima rigida*, Desh., *Pecten Orontes*, d'Orb., *Pecten Moreanus*, Buv. Aucun de ces fossiles, si ce n'est le *Lima rigida*, ne peut être considéré comme essentiellement caractéristique de l'époque oxfordienne.

(2) Buvignier, *Stat. géol., min. et pat. de la Meuse*, Atlas, p. 34.

genres, identité des espèces, tout concourt à prouver que nos calcaires blancs et pisolithiques correspondent exactement aux couches coralliennes les plus fossilifères de Saint-Mihiel (1).

Telle a été, du reste, l'opinion de tous les géologues qui depuis dix ans ont visité les calcaires blancs qui nous occupent. MM. d'Orbigny, Leymerie, Michelin, Hébert, Royer, Samana, n'ont pas hésité à les rapporter, comme nous l'avons toujours fait, au coral-rag, et à les identifier avec les couches de Saint-Mihiel. M. Raulin lui-même a tout d'abord partagé cette opinion, et il ne l'a abandonnée qu'après avoir constaté la superposition des calcaires marneux et compactes de Vermenton.

Calcaires marneux et compactes. — Cette assise est remarquable par l'uniformité de ses caractères. Presque partout, elle se compose de couches argileuses plus ou moins épaisses, alternant avec des calcaires marneux et compactes, de couleur jaunâtre, et qui, à l'ouest de la Cure, contrastent avec les calcaires blancs, pisolithiques et saccharoïdes de l'assise précédente. La faune change brusquement de nature : les Nérinées, les Dicérates, les zoophytes, en un mot, la presque totalité des fossiles, si abondamment répandus dans les calcaires blancs, disparaissent et sont remplacés par des espèces qui se plaisent dans les parages tranquilles et vaseux : des Pholadomyes, des Panopées, des Céromyces, des Anatines.

M. Raulin place cette assise à la partie supérieure de l'étage oxfordien (2). Nous avons longtemps nous-même adopté ce classement qui semblait justifier la présence de quelques espèces oxfordiennes, la nature compacte argileuse des sédiments, et surtout une superposition difficile à saisir. Mais lorsque nous étimes, de concert avec M. Raulin, constaté d'une manière positive que cette assise était supérieure aux calcaires blancs dont nous venons de parler, nous n'avons plus hésité à la rapporter au coral-rag. M. Raulin, au contraire, faisant de ces mêmes calcaires blancs la partie moyenne de l'oxford-clay, a persisté à considérer cette assise supérieure comme oxfordienne.

Nous reconnaissons que dans les départements voisins, ainsi que dans celui de la Meuse, on n'a jusqu'ici constaté, au milieu de

(1) Nous devons à l'obligeance de M. Moreau une suite nombreuse des espèces de Saint-Mihiel. Au point de vue de la fossilisation, les échantillons qu'il nous a envoyés sont tellement semblables aux nôtres par leur aspect et leur couleur blanche, qu'il est impossible de les distinguer.

(2) Raulin, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. X, p. 494.
Soc. géol., 2^e série, tome XII.

l'étage corallien, aucun dépôt argilo-calcaire qui pût directement se rapporter à celui qui nous occupe. Mais la nature des couches ne varie-t-elle pas suivant les influences qui ont présidé à leur formation? Il est bien rare qu'un même étage se prolonge au loin avec une constante identité de caractères, et quand nous voyons les calcaires blancs de Châtel-Censoir et de Coulauges-sur-Yonne changer si brusquement d'aspect à l'est de la Cure, et subir dans le même département, à des distances rapprochées, des modifications latérales si profondes, ne pouvons-nous supposer que ces couches argilenses et compactes, si puissantes à Joux-la-Ville et à Vermenton, qui s'amincissent en se dirigeant vers le S.-O., et n'ont plus à la montagne des Alouettes que quelques mètres d'épaisseur, disparaissent entièrement sur d'autres points, et qu'alors le coral-rag inférieur, s'unissant sans intermédiaire aux couches supérieures, forme, ainsi que cela a lieu aux environs de Saint-Mihiel, un ensemble qu'il n'est entré dans la pensée de personne de diviser. De pareilles modifications dans les couches s'expliquent plus facilement encore à l'époque corallienne qu'à toute autre. Les polypiers alors si abondants constituaient, dans certains parages, de véritables îlots madréporiques. Les mers où ils se développaient étaient agitées, sillonnées sans doute de rapides courants, et les dépôts formés sous de telles influences contrastent nécessairement avec les sédiments argileux qui, à la même époque et souvent à des distances peu éloignées, s'accumulaient dans des eaux plus tranquilles et plus profondes.

Suivant M. Raulin, presque toutes les espèces qu'on rencontre dans cette assise argileuse sont oxfordiennes. Il suffira d'examiner le tableau que nous avons relevé pour se convaincre que, dans ces couches comme dans les précédentes, bien qu'avec des caractères tout à fait distincts, la prédominance des espèces coralliennes est marquée.

CALCAIRES MARNEUX ET COMPACTES.

NOMS DES ESPÈCES.	LOCALITÉS CORALLIENNES.						LOCALITÉS OXFORDIENNES.			RÉSUMÉ.					
	Tounerre, Bailly.	Saint-Mihiel, Verdun.	La Rochelle.	Autres localités coralliennes.	Calcaires à ebouilles.	Total des espèces coralliennes.	Gigny, Euvry.	Autres localités oxfordiennes.	Total des espèces oxfordiennes.	Espèces propres à l'étage corallien.	Espèces propres à l'étage kimmeridgien.	Espèces propres à l'étage oxfordien.	Esp. comm. aux étages corallien et oxfordien.		
<i>Nantilus giganteus</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Ammonites Achilles</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Nautica amata</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Phasianella striata</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Pleurotomaria sublineata</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Bulla Morgana</i> , Buv.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Panopea subrecura</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Phaladomya ampla</i> , Ag.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>caudiculata</i> , Rom.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>consticta</i> , Ag.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>hemicarvia</i> , Ag.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>marginata</i> (<i>Goniomya</i> , Ag.)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>pauicosta</i> , Rom.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>parvula</i> , Rom.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Ceromya eccentrica</i> , Ag.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>obovata</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Periploma levigata</i> , Col.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Anatina Hebertiana</i> , Col.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Lavignion rugosa</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Opis Thais</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Astarte Bourguignottina</i> , Col.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Cyprina crassitesta</i> , Col.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Lycprædia Phidias</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Trigonia chavelata</i> , Ag.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>Mertini</i> , Ag.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Lucina Wahrensis</i> , Buv.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Cardium Hufschuyeanum</i> , Buv.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Unicardium globosum</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Iren subolata</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Pinna obliquata</i> , Desh.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>subtruncolata</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Mytilus Leda</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>Medus</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>pseudogibbosus</i> , Col.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>subpectinatus</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Lima aquiliformis</i> , Buv.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>Charmasseana</i> , Col.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>probovidea</i> , Sow.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Avicula Icaunensis</i> , Col.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Gervillia Kimmeridgensis</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Perna foliacea</i> , Col.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Pecten Davidsonianus</i> , Col.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>Miterna</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>saprajuvensis</i> , Buv.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Rhinotus inaequistriatus</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Ostrea gregaria</i> , Sow.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>Icaunensis</i> , Col.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>solitaria</i> , Sow.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>spiralis</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Terebratulæ insignis</i> , Schl.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Rhynchonella Corattina</i> (<i>Terebratulæ</i> , Leym.)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Apicrinus Murchisonianus</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
— <i>Roissyanus</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Cidaris Blumenbachi</i> , Ag.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Echinus Orbignyianus</i> , Col.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Pedina sublaevis</i> , Ag.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Duclama complanatum</i> , Ag.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Collyrites granulosa</i> , d'Orb.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	58	12	8	17	4	9	56	14	3	14	17	29	7	3	14

Sur les 58 espèces recueillies dans cette assise, 12 lui sont propres, 22 appartiennent à l'époque corallienne, 7 à l'époque kimméridgienne, et 3 seulement à l'époque oxfordienne (1), 14 sont communes aux étages corallien et oxfordien.

Comme on le voit, cette assise renferme un nombre d'espèces oxfordiennes relativement un peu plus considérable que les calcaires blancs et pisolithiques qui lui sont inférieurs. La présence de ces espèces s'explique par la nature même des sédiments argileux qui les renferment. Les genres qui, à l'époque oxfordienne, se plaisaient dans les stations vaseuses, reparaissent, et il n'est pas étonnant que quelques-unes de leurs espèces, retrouvant des conditions d'existence favorables, se montrent et se multiplient une dernière fois. La plupart, du reste, n'appartiennent pas à des espèces essentiellement caractéristiques, et ne sauraient modifier la faune à laquelle elles se trouvent mêlées. Les plus communes, le *Phasianella striata*, par exemple, les *Pholadomya hemicardia*, *Panopæa subrecurva*, *Lima proboscidea*, *Mytilus subpectinatus*, sont des fossiles qu'on ne doit pas considérer comme éminemment propres à l'étage oxfordien, et dont la présence au milieu des assises coralliennes a déjà été constatée sur un grand nombre de points (2).

Indépendamment des espèces coralliennes et oxfordiennes, cette assise renferme un assez bon nombre de fossiles qui se retrouvent dans l'étage kimméridgien, tels que les *Ceromya excentrica*, Ag., et *obovata*, d'Orb., *Laciguon rugosa*, d'Orb., *Cardium Dufrenoycum*, Buv., *Mytilus Medus*, *Pecten Minerva*, d'Orb., et *suprajurensis*, Buv., *Ostrea solitaria*, Ag., etc. Quelques-unes de ces espèces sont assez abondamment répandues, et nous insisterons sur leur

(1) Ces trois espèces sont : *Pleurotomaria sublineata*, d'Orb., *Cypricardia Phidias*, d'Orb., et *Diadema complanatum*, Ag. Nous n'avons jamais rencontré le *Pleurotomaria sublineata* signalé par M. Raulin ; les deux autres espèces sont également fort rares.

(2) M. Raulin cite dans cette assise l'*Ammonites plicatilis* et le *Perna quadrata*. Nous n'y avons jamais recueilli qu'une seule espèce d'Ammonite, voisine, il est vrai, de l'*Ammonites plicatilis*, mais cependant distincte, et que M. d'Orbigny désigne sous le nom d'*Ammonites Achilles*. — Quant à la Perna, rapportée au *Perna quadrata*, elle en est bien distincte par sa forme irrégulière, subcirculaire, par son test déprimé et très mince. Nous lui avons donné le nom de *Perna foliacea*. On cite encore comme fossile oxfordien une Pinne assez fréquente aux environs de Vermenton ; c'est le *Pinna obliquata*, Desh., spécial, suivant M. d'Orbigny, aux couches coralliennes.

présence, car elle tend à démontrer que les couches qui nous occupent, se rapprochant déjà par leurs caractères paléontologiques de l'étage kimméridgien, se placent bien plus naturellement dans le coral-rag que dans l'oxford-clay.

Résumé. — Sur 381 espèces recueillies dans les deux assises dont M. Raulin veut faire l'oxford-clay moyen et supérieur du département de l'Yonne, 93 leur sont propres, 247 appartiennent à l'époque corallienne, et 9 seulement à l'époque oxfordienne, 25 sont communes aux étages corallien et oxfordien, 7 ont été rencontrées dans l'étage kimméridgien.

Ces chiffres nous paraissent plus positifs que tous les faits que nous pourrions produire. Si, en présence de pareils résultats, le classement de M. Raulin était adopté, il ne faudrait plus attacher aucune importance aux observations paléontologiques, toujours si précieuses pour déterminer d'une manière positive l'âge des couches. On admet, il est vrai, que quelques espèces, souvent les plus communes et les plus répandues, passent d'un étage dans un autre, mais nulle part encore on n'a signalé une faune tout entière qui, après s'être longuement développée dans un étage, aurait reparu dans un autre aussi complète, et avec une même association de genres et d'espèces. M. Raulin voit là un fait de répartition ayant la plus grande analogie avec celui auquel M. Barrande a récemment appliqué le nom de *colonies*, dans les terrains de transition de la Bohême (1). N'oublions pas que ces colonies dont parle M. Barrande sont anormales, accidentelles peut-être, et que rien ne nous démontre qu'un fait de cette nature se soit reproduit au milieu du terrain jurassique. N'est-il pas plus simple, plus naturel, de réunir ces assises à l'étage corallien, alors surtout que la superposition, constatée d'une manière certaine par M. Raulin et par nous, n'a rien qui soit contraire à notre opinion?

M. Hébert regarde les calcaires compactes à *Ammonites plicatilis*, exploités dans les carrières de Pacy, entre Ancy-le-Franc et Tonnerre, et que M. Cotteau classe dans l'étage corallien, comme correspondant, sans aucun doute possible, à l'oxford-clay supérieur dont ils renferment les fossiles et dont ils occupent la place, les tranchées faites à la station d'Ancy-le-Franc ayant en effet montré que ces calcaires reposent sur l'oxford-clay inférieur (étage callovien de M. Alc. d'Orbigny).

(1) Raulin, *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. X, p. 497.

Quant aux calcaires compactes de Vermenton, il n'exprime point d'opinion à leur sujet, ne les ayant pas suffisamment étudiés.

M. Cotteau fait la communication suivante :

Note sur un nouveau genre d'Échinide fossile. Genre Desorella, Cot. (1), par M. G. Cotteau.

L'étage corallien du département de l'Yonne, notamment les calcaires à chailles de Châtel-Censoir et de Druyes, et les couches blanches et oolitiques qui les surmontent, sont très riches en Échinides. Parmi les nombreuses espèces que nous y avons recueillies (2), il en est quatre qu'il ne nous a pas été possible de faire rentrer d'une manière précise dans un des genres connus. Nous avons établi pour ces espèces le genre *Desorella*. M. Desor, qui se livre avec tant de zèle à l'étude des Échinides, nous permettra de lui offrir ce témoignage de notre estime. C'est, du reste, lui qui le premier a fait connaître, en la décrivant sous le nom de *Nucleopygus incisus*, une espèce appartenant au genre qui nous occupe.

Le genre *Desorella* fait partie de la nombreuse famille des Galéritidées, et se place à la suite des Pyrines, entre ces dernières et les *Hyboctypus*.

Voici les caractères que nous lui assignons :

Testâ oblongâ, ovatâ, subcirculari, supernè subdepressâ, infernè pulvinatâ. Tuberculis crenulatis et perforatis, minimis, passim sparsis. Poris simplicibus. Arcibus ambulacraribus strictis, rectis, supernè disjunctis. Ano magno, supero, piriformi. Ore elongato, subobliquo, obsolete decagonali.

Forme oblongue ou subcirculaire, ordinairement arrondie en avant, subtronquée en arrière. Face supérieure subdéprimée, légèrement déclive dans la région postérieure. Face inférieure remarquable par le renflement plus ou moins prononcé des aires interambulacraires.

(1) Nous avons donné à ce genre le nom de *Desoria*, mais ce nom ayant été depuis longtemps employé pour désigner un genre d'insecte, nous l'avons remplacé par celui de *Desorella*.

(2) Ces espèces ont été décrites et figurées dans nos Études sur les Échinides fossiles.

Tubercules de petite taille, crénelés, perforés, disposés sans ordre.

Ambulacres un peu disjointes. Pores rangés par simples paires, et convergeant en ligne droite du sommet à la bouche.

Appareil oviducal composé de quatre plaques ovariales perforées, et de cinq plaques ocellaires également perforées. Corps madréporiforme situé au milieu de l'appareil, et formant le prolongement de la plaque antérieure de droite.

Anus grand, piriforme, plus ou moins éloigné du sommet, mais s'ouvrant toujours à la face supérieure.

Bouche sans bourrelets, elliptique, oblique, irrégulièrement décagonale.

Les espèces du genre *Desorella* présentent des formes bien différentes : les unes, allongées, ovoïdes et renflées, sont très voisines des *Pyrines* avec lesquelles on serait tenté de les confondre (1); cependant elles s'en séparent nettement par la forme et la position de leur anus, par leur face supérieure plus déprimée, légèrement déclive dans la région postérieure, et par leur bouche plus décagonale. Les autres ont, au premier aspect, les plus grands rapports avec les *Hyboctypus* (2); on les en distinguera néanmoins facilement à leurs aires ambulacraires droites, à peine disjointes, et surtout à leur anus très grand, piriforme, et qui n'est jamais logé au fond d'un sillon.

Nous connaissons cinq espèces de *Desorella* : quatre se sont rencontrées dans les couches coralliennes inférieures du département de l'Yonne; la cinquième est spéciale au terrain néoconien de la Suisse.

Desorella Icaunensis, Cot., 1855.

Syn.: *Desoria Icaunensis*, Cot., *Études sur les Éch. foss. du département de l'Yonne*, 4^{re} partie, p. 224, pl. XXXIII, fig. 1-8. 1855.

Testis elongatâ, obovatâ, supernè depressâ, anticè rotundatâ, posticè subdeclivâ, truncatâ, infernè subplanâ, pulvinatâ. Tuberculis minimis, numerosis, passim sparsis. Anus supero, magno, piriformi Ore elongato, subobliquo, absolutè decagonali.

Dimensions. — Hauteur, 11 millimètres; diamètre antéro-postérieur, 21 millimètres; diamètre transversal, 18 millimètres.

(1) *Desorella Icaunensis*, *D. incisa*.

(2) *Desorella Orbignyana*, *D. elata*, *D. Drogiaca*.

Espèce oblongue, arrondie en avant, subtronquée en arrière, presque plane au-dessus et légèrement déclive dans la région postérieure. Face inférieure plate, subpulvinée, un peu évidée au milieu. Ambulacres disjoints. Pores rangés par simples paires, très régulièrement superposés à la face supérieure, s'écartant vers le pourtour du test, et tendant, près de la bouche, à se grouper par triples paires. Tubercules de petite taille, peu proéminents, crénelés, perforés, entourés d'une aréole lisse, circulaire et sensiblement déprimée. Appareil oviducal allongé, composé de quatre plaques ovariiales (1) et de cinq plaques ocellaires. Plaques ovariiales inégales, irrégulièrement pentagonales et très distinctement perforées; la plaque antérieure de droite, plus grande que les autres, d'apparence spongieuse, se prolongeant jusqu'au milieu de l'appareil oviducal et tenant lieu de corps madréporiforme. Plaques ocellaires très inégales. Anus de grande taille, aigu au sommet, piriforme. Bouche un peu excentrique en avant, sensiblement oblique, et marquée de légères entailles qui lui donnent une apparence irrégulièrement décagonale.

Rapports et différences. — Cette espèce est très voisine du *Desorella incisa*, qu'on rencontre assez fréquemment dans le terrain néocomien de la Suisse; elle s'en distingue cependant par sa forme générale plus allongée et moins sensiblement déprimée en arrière, son anus plus rapproché du sommet ambulacraire, et sa bouche beaucoup plus elliptique.

Localités. — Le *Desorella Icaunensis* est très rare; nous ne l'avons rencontré jusqu'ici que dans une seule localité, au Saussois, commune de Merry-sur-Yonne, au milieu des calcaires blancs et pétris de polypiers qui appartiennent au coral-rag inférieur.

Desorella Orbignyana, Cot., 1855.

Syn.: *Desoria Orbignyana*, Cot., *Études sur les Éch. foss. du département de l'Yonne*, 1^{re} partie, p. 227, pl. XXXIII, fig. 9-11, 1855.

Nucleo subovato, transversim elongato, supernè inflato, infernè pulvinato. Arcis ambulacraribus strictis, rectis, subdisjunctis. Arcis interambulacraribus, præsertim arca impari, infernè gibbosis. Ano

(1) La cinquième plaque ovariale, qui, dans la famille des Galéridées et notamment dans les genres *Holæctypus* et *Galerites*, est imperforée et s'articule à la base de la plaque madréporiforme, manque dans l'espèce qui nous occupe.

supero, piriformi, in testâ depressâ patente. Ora subantico, subdecagonali, transversim elongato.

Dimensions. — Hauteur, 21 millimètres; diamètre antéro-postérieur, 35 millimètres; diamètre transversal, 63 millimètres.

Espèce irrégulièrement ovale, beaucoup plus large que longue (1). Face supérieure fortement renflée, déprimée en avant; face inférieure pulvinée, subconcave au milieu. Ambulacres disjoints. Pores disposés par simples paires. Aires interambulacraires, planes à la face supérieure, et formant en dessous des renflements très apparents, séparés par cinq dépressions étroites, régulières, qui convergent en ligne droite jusqu'à la bouche, et sont occupées par les aires ambulacraires. Anus grand, piriforme, très rapproché du sommet, s'ouvrant dans une dépression assez profonde, mais qui n'a aucune analogie avec le sillon des *Hyboclypus*. Bouche excentrique en avant, subdécagonale, transversalement allongée.

Rapports et différences. — Le *Desorella Orbignyana*, par sa forme irrégulièrement ovale, beaucoup plus large que longue, par le renflement extraordinaire de la partie postérieure, par la profondeur de la dépression anale, se distingue facilement de ses congénères.

Localités. — Nous avons recueilli ce curieux oursin à Andryes (Yonne), dans les calcaires blancs du coral-rag inférieur. L'exemplaire décrit est le seul que nous connaissions.

Desorella elata (Hyboclypus, Des., 1847).

Syn.: *Hyboclypus elatus*, Des., Agassiz et Desor, *Cat. rais. des Éch.* (*Ann. des sc. nat.*, 3^e série, t. VII, p. 154, 1847).

Desoria elata, Cotteau, *Études sur les Éch. foss. du département de l'Yonne*, p. 228, pl. XXXIII, fig. 1-3. 1855.

Nucleo subcirculari, supernè subinflato, infernè pulvinate. Arcis ambulacraris strictis, rectis, supra disjunctis. Ano supra-marginali, maximo, piriformi, in testâ declivâ patente. Ora elongato, subobliquo, obsolete decagonali.

Dimensions. — Hauteur, 20 millimètres; diamètre antéro-postérieur,

(1) Peut-être faudrait-il attribuer à un écrasement la forme transversalement allongée de cette espèce? Cependant, en l'examinant avec soin, nous n'avons reconnu aucune apparence de brisure ou de déformation.

térieur, 57 millimètres ; diamètre transversal, 56 millimètres 1/2.

Espèce circulaire, un peu plus longue que large. Face supérieure légèrement et uniformément renflée ; face inférieure pulvinée. Ambulacres disjoints. Pores disposés par simples paires, très serrées à la face supérieure, mais qui s'écartent vers le pourtour du test et à la face inférieure. Aires interambulacraires planes en dessus, renflées en dessous, notamment l'aire interambulacraire postérieure qui s'abaisse en forme de rostre. Anus supramarginal, de grande taille, très éloigné du sommet et logé dans une dépression à peine apparente. Bouche excentrique en avant, oblongue, un peu oblique, irrégulièrement décagonale.

Rapports et différences. — Nous avons réuni cette espèce à l'*Hybortypus elatus* que M. Desor a mentionné pour la première fois dans le *Catalogue raisonné des Échinides*. Ayant pu comparer nos échantillons au moule en plâtre du type même de l'*Hybortypus elatus*, nous n'avons remarqué aucune différence. Il est vrai que l'espèce de M. Desor est indiquée comme provenant de l'oolite inférieure, mais cette indication est suivie d'un point de doute, et peut-être est-elle le résultat d'une erreur. Nous n'avons pas hésité à séparer cette espèce des *Hybortypus*. La disposition parfaitement droite de ses aires ambulacraires, la forme de son ouverture anale et la place qu'elle occupe à la surface du test, l'absence complète du sillon, nous ont engagé à faire rentrer cet Échinide dans notre nouveau genre *Desorella*.

Le *Desorella elata* se distingue de ses congénères par sa taille beaucoup plus grande, par sa forme subcirculaire, par son ouverture anale supramarginale et très éloignée du sommet.

Localités. — Cette espèce n'est pas très rare dans les calcaires à chailles de Druyes, mais on la rencontre seulement à l'état de moule intérieur siliceux et presque toujours déformée.

Desorella Drogiaca, Cot., 1855.

Syn.: *Desoria Drogiaca*, Cot., *Études sur les Éch. foss. du département de l'Yonne*, 1^{re} partie, p. 231, pl. XXXIV, fig. 4-7. 1855.

Nucleo subcirculari, supernè inflato, anticè rotundato, posticè truncato, infernè pulvinate. Areis ambulacraribus strictis, rectis, supra disjunctis. Ano supereo, maximo, piriformi, in testè declivè patente. Ore elongato, subobliquo, absotetè decagonati.

Dimensions. — Hauteur, 41 millimètres ; diamètre antéro-postérieur, 21 millimètres ; diamètre transversal, 22 millimètres.

Espèce de petite taille, subcirculaire, arrondie en avant, tronquée en arrière. Face supérieure renflée, subconique; face inférieure inégale et pulvinée. Ambulacres disjoints. Aires interambulacraires planes en dessus, un peu renflées à la face inférieure, notamment l'aire interambulacraire postérieure qui s'abaisse légèrement en forme de rostre. Anus très grand, piriforme, s'ouvrant dans une dépression à peine apparente du test, et occupant à la face supérieure, au milieu de l'aire interambulacraire impaire, à peu près tout l'espace compris entre le sommet et le bord. Bouche excentrique en avant, allongée, oblique, assez irrégulièrement décagonale.

Rapports et différences. — Cette espèce se rapproche beaucoup par l'ensemble de ses caractères de la précédente, et peut-être n'en est-elle que le jeune âge. Elle nous a paru cependant s'en distinguer d'une manière positive. Sa forme moins circulaire, arrondie en avant, tronquée en arrière, et surtout la grandeur de son ouverture anale qui s'étend depuis le sommet jusqu'au bord, nous ont engagé à en faire une espèce à part.

Localités. — Plus rare que le *Desorella elata*, cette espèce se rencontre comme lui, à l'état de moule intérieur siliceux, dans les calcaires à chailles de Druyes. Nous l'avons recueillie dans cette même couche aux environs de Châtel-Censoir.

Desorella incisus (*Nucleopygus*, Ag., 1840).

Syn.: *Nucleopygus incisus*, Ag., Agassiz et Desor, *Cat. syst. ectyp. foss.*, p. 7, 1840.

Nucleopygus incisus, Desor, *Monographie des Galérites*, p. 33, tab. V, fig. 23-26, 1842.

Nucleopygus incisus, Agassiz et Desor, *Cat. rais. des Éch.* (*Ann. des sc. nat.*, 3^e série, t. VII, p. 152, 1847).

Nous ne connaissons cette espèce que par la description et les figures que M. Desor nous a données dans sa belle *Monographie des Galérites*. Elle se rapproche du type des Pyrines, et présente beaucoup de ressemblance avec notre *Desorella Icaunensis*; elle s'en distingue cependant par sa taille plus petite, moins allongée, plus déprimée en avant, par son ouverture anale plus rapprochée du bord postérieur, par sa bouche plus petite et plus ronde. L'absence complète du sillon profond qui caractérise les *Nucleopygus* nous a engagé à réunir cette espèce à notre nouveau genre. Nous le faisons d'autant plus volontiers que M. Desor, lorsqu'il laissait

cette espèce dans le genre *Nucleopygus*, prévoyait déjà la nécessité d'établir pour elle une coupe générique nouvelle.

Le *Desorella incisa* est assez abondant dans le terrain néocomien de la Suisse.

M. Jules Beaudouin met sous les yeux de la Société une carte géologique de l'arrondissement de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or), qu'il a exécutée de 1840 à 1855, sur la topographie du Dépôt général de la guerre. Il donne à cette occasion les détails qui suivent sur la composition des terrains qui constituent le sol de cette localité.

La surface que comprend la carte que j'ai l'honneur de présenter à la Société n'est autre chose, comme on le voit, qu'une section transversale N.-O. S.-E. de la ceinture jurassique qui entoure le bassin parisien. Les terrains qui la composent présentent généralement, par la succession de leurs affleurements, des zones concentriques, dont les plus méridionales sont topographiquement les plus élevées et géologiquement les plus inférieures.

En effet, l'axe de soulèvement de la Côte-d'Or qui détermine dans le département les deux versants de la Méditerranée et de l'Océan fait incliner, d'un côté et de l'autre, toutes les couches déposées antérieurement sous un angle plus ou moins prononcé. L'arrondissement de Châtillon fait partie du versant septentrional, et les couches minérales qui le constituent inclinent assez régulièrement et sans dérangement bien sensible vers le N.-O. Leur altitude au-dessus du niveau de la mer varie entre 504 mètres au S.-E., et 190 mètres au N.-O.

Groupe du lias. — De tous les terrains de la localité, le lias est le plus ancien ; il est constitué à sa partie supérieure par une masse puissante de marnes argileuses qui renferment des plaquettes de grès micacé, et qui deviennent insensiblement calcaires. Elles présentent alors des rognons ou nodules de calcaires marneux exploités, il y a quelques années, pour la fabrication du ciment hydraulique. Ces calcaires marneux reposent, après des alternances de marne, sur des couches d'un calcaire noirâtre plus ou moins bitumineux dont la puissance m'est inconnue, leur horizon constituant la partie la plus inférieure des terrains qui soient, dans la localité, accessibles à l'observation. Toute cette succession d'assises, qui se lient entre elles par des passages insensibles, constitue un ensemble qui, bien évidemment, ne peut être scindé. Cette

masse renferme, vers sa partie moyenne, quelques fossiles parmi lesquels se distinguent les suivants : *Ammonites bifrons*, Brug., *Belemnites acuarius*, Schloth., *Belemnites elongatus*, Miller, *Pecten pumilus*, Lamk. La surface occupée par le lias est très peu étendue ; on ne rencontre ses affleurements que dans le fond ou sur les flancs de quelques vallées au S., mais particulièrement dans celle de la Seine où il est le plus développé.

Groupe de l'inférieur-oolite. — Immédiatement au-dessus des marnes argileuses du lias se présente, en s'en distinguant nettement, une masse peu puissante de calcaires d'un jaune roussâtre, très confusément oolitique, et offrant, dans une grande partie de leurs couches, des lamelles spathiques très brillantes qui ne sont que des débris d'Eucriues, d'Astéries et d'Oursins, et qui ont fait donner à ce terrain le nom de *calcaire à Entroques* par les auteurs qui ont les premiers étudié le sol de la Bourgogne. Les bancs, plus ou moins épais, fournissent de la pierre d'excellente qualité, et sont exploités sur un grand nombre de points. Les fossiles, peu abondants, sont dans un état de détérioration qui ne permet que très difficilement de les étudier. Quoi qu'il en soit, leur ensemble, non moins que la position géologique des calcaires qui les renferment, peut autoriser à regarder ceux-ci comme analogues de l'*inférieur oolite* proprement dit. Le calcaire à Entroques, qui se rencontre le plus généralement vers le sommet des hauteurs, dans la partie S. de l'arrondissement, constitue toujours un excellent horizon géologique très facile à saisir par les formes anguleuses, et nettement dessinées, qui lui donnent de loin un aspect pittoresque tout particulier.

Cet ensemble de calcaires, relativement peu puissant, ne tarde pas à alterner, vers sa partie supérieure, avec des couches calcaréo-marneuses qui insensiblement passent à la marne, et ensuite à l'argile. C'est alors une masse grisâtre, renfermant beaucoup de fossiles, pour la plupart brisés et déformés, mais parmi lesquels se distingue facilement l'*Ostrea acuminata*, Sow. Ce fossile se présente dans certaines assises calcaires avec une telle abondance qu'il en fait une véritable lumachelle ; il constitue d'ailleurs un point de repère très important, et qui ne trompe jamais. On peut sans hésiter considérer ce terrain comme l'analogue du *fuller's earth* des Anglais ; il se distingue du reste facilement du calcaire à Entroques sur lequel il repose et auquel il paraît se lier.

Les argiles du *fuller's earth* qui affleurent dans la partie S., au fond des vallons, sur le flanc et plus rarement sur le sommet des collines, sont exploitées sur plusieurs points, et servent à fabriquer

des briques et des tuiles d'excellente qualité. Mais aussi, à un autre point de vue, elles méritent de fixer tout particulièrement l'attention; ce sont elles, en effet, qui donnent naissance à presque toutes les sources importantes de l'arrondissement et même du département.

Groupe du great oolite. — Sur les assises argileuses du *fuller's earth* repose une masse considérable de calcaires qui à eux seuls occupent, par leur affleurement, près des deux tiers de la surface totale de l'arrondissement. La partie inférieure est caractérisée par des bancs généralement puissants, très nettement oolitiques, blanchâtres, et d'une texture relativement peu résistante. C'est dans cette partie que certains auteurs ont voulu retrouver le *great oolite* des Anglais. Elle est recouverte immédiatement par des calcaires compactes et fendillés avec lesquels elle se lie insensiblement, et qui ont été considérés comme représentant le *forest-marble*. Enfin, le massif comporte à sa partie supérieure des calcaires jaunâtres, confusément oolitiques, se délitant en bancs peu puissants et même très minces, dans lesquels on a cru reconnaître l'analogie du *cornbrash*.

Mais, je le dirai tout d'abord, ainsi que je l'ai déjà soutenu en 1852 à la réunion de Dijon, il ne me paraît pas qu'on soit suffisamment autorisé à établir presque toutes les divisions anglaises dans les calcaires dont je parle, et à leur appliquer une synonymie qui ne repose sur rien de positif. En effet, d'un côté, les fossiles appartiennent indistinctement à l'un ou à l'autre des terrains anglais, sans présenter un ensemble qui puisse se rapporter spécialement à l'un d'eux, et, d'un autre côté, il n'existe pas encore une série d'études assez détaillées et assez rapprochées sur l'espace qui sépare l'Angleterre de la Côte-d'Or, pour qu'on puisse identifier l'un avec l'autre des types aussi éloignés. Tout ce qu'on peut avancer aujourd'hui avec quelque certitude, c'est que ce puissant massif calcaire, si remarquable en Bourgogne, est compris entre deux horizons géologiques nettement dessinés : le *fuller's earth* à la partie inférieure, et le *oxford-clay* à la partie supérieure. Cependant je ne veux pas dire qu'on ne puisse scinder cette masse importante; je crois, au contraire, qu'elle peut facilement se partager en deux parties, mais je pense que, quant à présent, cette division ne doit être considérée que comme artificielle, et n'ayant d'autre but que de faciliter les études. C'est, du reste, ce que j'ai fait moi-même; et, en employant pour ma carte les dénominations *cornbrash* et *great-oolite*, j'ai uniquement voulu ne pas compliquer la question en introduisant des noms nouveaux, mais je

déclare ne pas attacher à ces qualifications le sens géologique qu'elles peuvent comporter.

Le terrain est partout employé comme fournissant de très bons matériaux de construction de tout échantillon. Il renferme quelques sources importantes, mais qui alors ne sont qu'artésiennes, ainsi que je l'ai établi dans le travail que j'ai publié en 1844 sur la constitution physique de l'arrondissement de Châtillon.

Groupe kelloway-oxfordien. — La partie supérieure du massif calcaire dont je viens de parler est immédiatement recouverte, et sans transition aucune, par des marnes plus ou moins calcaires, renfermant en abondance des oolites miliaires de fer hydraté. Ces marnes, d'un gris bleuâtre à leur partie inférieure, passent insensiblement à un jaune ocreux qui se distingue de très loin. Mais elles renferment toujours l'élément ferrugineux en grande abondance, jusqu'à une couche assez mince de calcaire irrégulièrement marneux qui les recouvre, et qui est caractérisée par une quantité considérable de spongiaires, couche qui peut être considérée comme la limite supérieure du minerai de fer. Elle est elle-même recouverte par une masse très puissante de marnes et de calcaires marneux grisâtres, presque sans fossiles, et caractérisées, vers leur partie supérieure, par un banc d'huîtres d'une espèce de grande taille et non encore décrite.

Ce système peut facilement être divisé en deux parties, mais chacune d'elles ne me paraît pas devoir correspondre exactement aux types anglais du *kelloway-rock* et de l'*Oxford-clay*. L'ensemble des fossiles, qui paraissent être, sous ce rapport, assez indistinctement mélangés, m'a fait classer ce groupe sous la dénomination de *kelloway-oxfordien*, voulant indiquer par là que je le considère comme appartenant bien évidemment en masse aux deux types anglais que je viens de nommer, mais aussi comme ne correspondant pas dans ses divisions à chacun d'eux.

Je renvoie, du reste, pour plus de détails sur cette partie des terrains de l'arrondissement, au travail que j'ai publié dans le *Bulletin* de la Société (année 1851). On y trouvera un extrait de la liste des nombreux fossiles que ce groupe renferme, avec indication de ceux qui m'ont paru le plus caractéristiques de chacune de ses parties. Son affleurement présente une bande assez étroite qui court, dans la région septentrionale de l'arrondissement, du S.-O. au N.-E.

La partie inférieure des marnes *kelloway-oxfordiennes* est exploitée, pour le minerai de fer qu'elles renferment, sur un grand nombre de points de l'arrondissement de Châtillon. Son impor-

tance industrielle, non moins que ses caractères minéralogiques et paléontologiques, m'ont engagé à la distinguer, sur ma carte, par une teinte spéciale, de la partie supérieure qui ne renferme plus de minéral et presque plus de fossiles.

Groupe corallien.—Les calcaires marneux supérieurs du groupe dont je viens de parler passent insensiblement à des calcaires toujours compactes, mais plus consistants, et qui eux-mêmes devant oolitiques, présentent, ainsi que les fossiles qu'ils renferment, tous les caractères du *coral-rag*. La limite qui sépare les deux groupes est très difficile, sinon impossible, à bien établir, du moins dans l'arrondissement; car sur tous les points les passages m'ont paru toujours insensibles. Il n'en est pas de même pour les divisions à établir dans le groupe lui-même. En effet, la partie inférieure, qui représente bien le *coral-rag* proprement dit, se sépare, par une section se commandant d'elle-même, de la partie supérieure qui donne tout à fait le type du calcaire à Astartes. J'ai, comme pour le groupe qui précède, indiqué sur ma carte ces deux parties par des teintes différentes.

Le groupe corallien occupe, par son affleurement, toute la région septentrionale de l'arrondissement, et se prolonge dans les départements de l'Yonne, de l'Aube et de la Haute-Marne. Il forme les plateaux d'une falaise assez élevée dont la tranche montre au S. la partie supérieure du groupe kelloway-oxfordien.

Ce terrain renferme des matériaux divers de construction qui sont exploités sur plusieurs points; mais ils sont presque tous de mauvaise qualité par leur nature gélive et peu résistante. On ne les emploie qu'à défaut d'autres plus convenables.

Groupe kimmeridgien.—Au-dessus du groupe corallien, on rencontre sur un seul point, très restreint d'ailleurs, avoisinant au N.-O. le département de l'Aube, un lambeau de terrain kimmeridgien. Ce sont quelques assises d'argile et de calcaire marneux très peu puissantes, parmi lesquelles quelques-unes sont pétries d'*Ecogyra virgata*.

Ce terrain n'existe, pour ainsi dire, que pour mémoire dans l'arrondissement, et peut-être pour cette raison aurais-je pu me dispenser d'en parler; mais, comme il constitue un excellent horizon géologique, j'ai dû le mentionner, d'autant plus que par sa présence, dont les caractères sont faciles à reconnaître, il marque nettement la limite supérieure du terrain qui lui est infraposé.

Ici se termine la nomenclature des terrains qui se trouvent en série suivie. J'arrive maintenant à parler d'un dépôt dont l'âge me paraît très incertain: c'est une sorte d'argile marneuse rou-

géâtre, renfermant des concrétions calcaires dont les plus grosses atteignent le volume du poing, ainsi que des grains polymorphes de fer hydraté souvent très-abondants, et variant entre la grosseur du chènevis et celle de la noisette. On rencontre ce terrain indistinctement dans des fentes et cavités verticales des calcaires du *coral-rag* et du *great oolite* ; il ne renferme aucune trace de fossiles, et ne paraît présenter rien de régulier dans ses allures et sa manière d'être. Avec le peu d'éléments d'étude qu'offre ce dépôt dans l'arrondissement et dans le voisinage, tout ce qu'il est permis de dire, c'est qu'il paraît s'être opéré longtemps après celui des terrains crétacés et avant celui des terrains diluviens.

Se sont ensuite déposés, mais après un intervalle de temps qu'il serait, ainsi que je viens de le dire, difficile de préciser, les terrains de l'époque diluvienne. Ils sont représentés dans l'arrondissement :

1° Par des dépôts composés de toute espèce de matériaux enlevés aux terrains du voisinage, et renfermant des restes d'ours, de bœuf, de cerf, de cheval, etc. On les rencontre dans quelques fentes des couches solides du sol, et particulièrement dans une caverne (à Bâlot) dont j'ai publié la description en 1843.

2° Par des masses argilo-marneuses, rougeâtres, renfermant en grande abondance du minerai de fer oolitique, qui provient bien évidemment des couches oxfordiennes. C'est un remaniement sur place de ce dernier terrain, dont les parties les plus lourdes (le minerai) se sont déposées au fond de petits bassins ou cuvettes existant à la surface du sol recouvert par les eaux diluviennes, et dont les parties les plus ténues (le résidu des argiles et des marnes) ont recouvert ce premier dépôt. Je renvoie, du reste, pour plus de détails sur ce terrain qui donne lieu à de nombreuses exploitations industrielles, au travail que j'ai publié en 1851 dans le *Bulletin* de la Société.

Viennent enfin les alluvions qui se rencontrent dans presque toutes les vallées, mais particulièrement dans celles de la Laignes et de la Seine. Ils sont constitués par des dépôts quelquefois assez puissants de graviers, et aussi par des masses de tourbe assez importantes en plusieurs endroits.

Telle est l'énumération des terrains qui constituent le sol de l'arrondissement de Châtillon. Je n'ai fait, dans cette explication, que donner un aperçu très-succinct de mon travail, me restreignant à ce qui était strictement nécessaire pour l'intelligence de ma carte géologique.

M. Hébert signale à l'attention de la Société, dans la communication de M. Beaudouin, des minerais de fer pisolitique qui, dans l'arrondissement de Châtillon-sur-Seine, ont été amenés par des sources thermales se faisant jour à travers les calcaires de la partie supérieure du terrain jurassique. M. Beaudouin déclare qu'il ne sait à quelle époque rapporter ces minerais. En Suisse, de pareils minerais se rencontrent exactement dans les mêmes conditions, mais là ils sont associés à des fossiles qui en fixent l'âge à l'époque de la formation de nos gypses parisiens. M. Hébert engage les géologues que cette question pourrait intéresser à consulter un très bon travail de M. Grippin, qu'il a eu l'honneur de présenter à la Société au commencement de cette séance. A l'occasion de ce mémoire, M. Hébert devait présenter, sur l'origine des gypses parisiens, des observations dans lesquelles il était amené à attribuer à ces gypses la même origine qu'à ceux qui, en Suisse, accompagnent les minerais de fer à *Palæotherium*; et il annonçait que, si les cheminées de dégagement des sources thermales auxquelles ces dépôts sont dus existaient dans le bassin parisien, il fallait chercher ces cheminées assez loin du centre. Or, voilà que M. Beaudouin signale dans les calcaires jurassiques supérieurs, c'est-à-dire exactement dans la même position qu'en Suisse, des cavités d'où sont sortis les minerais de fer dont l'âge n'est point connu. Si on se laissait entraîner par l'analogie, on en conclurait que ces cavités ont donné également issue à nos gypses.

M. Hébert était inscrit avant M. Beaudouin, qu'il n'avait pas l'honneur de connaître, et devait lire son travail aujourd'hui même; mais, à la prière de M. le Président, M. Hébert a cédé son tour de parole à M. Beaudouin, qui n'aurait pu assister à la prochaine séance; son travail a donc été rédigé dans l'indépendance la plus complète de celui de M. Beaudouin, et la coïncidence est tout à fait fortuite; il sera lu à la séance prochaine.

M. Levallois, répondant à une observation de M. Nérée Boubée, dit que depuis longtemps l'hypothèse des sources a été imaginée pour expliquer la formation des dépôts de minerais. Lui-même, dans ses travaux sur la Moselle, a expliqué com-

ment les dépôts de minerais peuvent être formés par des sources thermales. M. Jacquot a, depuis, donné de grands développements sur ce mode de formation.

M. Delanotte appuie et confirme l'assertion de M. Levallois, en disant qu'il attribue même aux sources *l'origine de tous les minerais de zinc, de cuivre, de fer et de manganèse qui sont mamelonnés, géodiques ou scoriformes*. Cette opinion semblerait infirmée par la présence de fossiles marins (Tellites, etc.) dans les minerais mêmes de manganèse, mais ce fait peut s'expliquer aisément par l'existence de sources métallifères qui sourdaient, soit dans la mer, soit tout près de ses rivages, vers la partie S.-O. du plateau central de la France.

M. Triger fait la communication suivante :

Il arrive, dit-il, d'Angleterre, où il vient de faire une nouvelle excursion pour continuer son étude comparée des dépôts jurassiques de cette contrée avec les dépôts correspondants en France, dans les départements de la Manche, du Calvados, de l'Orne, de la Sarthe, de Maine-et-Loire, de la Vendée et des Deux-Sèvres. Il s'empresse en conséquence d'exposer à la Société, qu'il a trouvé entre les dépôts jurassiques d'Angleterre et ceux du continent une telle concordance, qu'il ne peut s'empêcher d'exprimer son regret de voir qu'on cherche à s'éloigner de plus en plus des anciens types, en s'efforçant de substituer de nouveaux noms aux divisions primitivement établies, et cela, dit-il, sans aucun profit pour la science, mais bien au contraire à son détriment; car il pense qu'on sacrifie à de simples observations locales, souvent même incomplètes, le résultat de longues études faites par les savants les plus éminents.

Chose plus bizarre encore, il a été à même de vérifier plus d'une fois dans son voyage, qu'en conservant le nom primitivement établi, on avait cessé d'appliquer ce nom à ce qu'il désignait dans le principe. Il cite comme exemple l'*oolite inférieure* de France, qui devrait désigner l'*inferior oolite* des Anglais, et qui, malgré cela, ne désigne plus pour beaucoup de géologues, que l'*oolite ferrugineuse* de Bayeux, qui corres-

pond tout au plus à l'*inferior oolite limestone*, c'est-à-dire simplement à la partie supérieure de l'oolite inférieure d'Angleterre. De sorte qu'en France on semble vouloir aujourd'hui supprimer complètement l'*inferior oolite sand*, partie très importante de l'oolite inférieure, dont on fait quelquefois du lias supérieur, lorsqu'on s'aperçoit que ce dépôt existe, mais dont le plus souvent on ne parle plus du tout.

Ayant déjà donné quelques détails à ce sujet, M. Triger rappelle seulement aujourd'hui à la Société que c'est après avoir fait de la géologie en Angleterre, où cette science était alors beaucoup plus avancée qu'en France, que MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy, lors de l'exécution de la carte géologique de la France, sont venus appliquer chez nous des observations déjà faites par les Anglais, et qu'ils ne semblent pas avoir songé depuis à les modifier. Il en cite, comme preuve, ce que dit M. Dufrenoy, tome II, page 174 du texte de cette carte, en parlant des terrains jurassiques du Calvados.

« Les divisions admises dans l'étage oolithique inférieur des environs de Caen sont au nombre de six. On les désigne de la manière suivante, en commençant par les plus modernes :

- 1° Calcaire à polypiers.
- 2° Calcaire de Caen.
- 3° Calcaire marneux, banc bleu, de Caen.
- 4° Oolite blanche.
- 5° Oolite ferrugineuse.
- 6° Oolite inférieure.

» Nous en ajouterons une septième, etc. »

Il suffit de lire cet exposé pour voir qu'autrefois on ne confondait pas, ainsi qu'on le fait souvent et bien à tort aujourd'hui, l'*oolite ferrugineuse* du Calvados avec la véritable *oolite inférieure*.

Il semble même qu'à cette époque on ne savait pas encore si l'on devait faire entrer l'*oolite ferrugineuse* de Bayeux dans l'*inferior oolite*, puisque, sous le nom d'*oolite inférieure*, M. Dufrenoy désigne simplement ce que les ouvriers du Calvados appellent *mâtière*, dépôt bien caractérisé qui correspond parfaitement avec l'*inferior oolite sand* des Anglais et sur lequel repose directement l'*oolite ferrugineuse* de Bayeux.

On pourrait citer encore beaucoup d'autres applications inexactes de la nomenclature anglaise; les mots *coral-rag*, *calcareous-grit* et *oxford-clay*; par exemple, sont presque partout mal appliqués, surtout dans le nord de la France et en Allemagne; mais l'heure avancée ne permet pas d'entrer à ce sujet dans de plus longs détails; M. Triger, d'ailleurs, se propose de faire plus tard de ces fausses applications l'objet d'un mémoire spécial.

M. Triger annonce ensuite à la Société que, favorisé par une circonstance toute particulière dans sa dernière exploration des environs de Weymouth, il a été à même d'étudier, dans l'île de Portland, des faits qui l'ont intéressé au plus haut degré, et qui ne se rencontrent que rarement.

La construction d'une digue et d'autres grands travaux ayant donné un grand développement à l'exploitation du calcaire de Portland, qui occupe en ce moment près de 2000 ouvriers, M. Triger est arrivé, dans cette île, au moment où l'on venait de terminer un *découvert* de 200 mètres de longueur, sur une largeur de 60 à 80 mètres, c'est-à-dire au moment où l'on venait d'enlever sur toute cette surface le calcaire de *Purbeck*, pour mettre à nu le calcaire portlandien, qui fournit une pierre de taille excellente, recouverte par 4 mètres environ de calcaire de *Purbeck*, produisant du moellon propre seulement à être employé en remblais.

En arrivant au milieu de ces belles carrières, M. Triger fut on ne peut plus surpris en voyant tout à coup se dérouler sous ses yeux une véritable forêt à l'état fossile. De tous côtés autour de lui le sol était jonché de bois silicifié et des arbres entiers gisaient çà et là à cet état, à côté de leur tronc encore debout avec ses racines, au milieu de la terre végétale dans laquelle ils avaient vécu, et qui est restée tellement meuble qu'elle s'enlève à la pelle comme la terre de nos jardins.

Cette terre végétale ne semblait pas avoir subi d'autre altération que la disparition de l'humus, c'est-à-dire des matières végétales qui ont dû nécessairement l'abandonner, et ce n'est pas sans surprise que l'on constate la présence d'un semblable dépôt entre deux roches aussi dures et aussi compactes que le calcaire de Portland et le calcaire de Purbeck.

Ayant examiné avec soin cette couche sur une longueur de près d'un kilomètre, M. Triger a pu s'assurer que son épaisseur ne dépassait nulle part 30 ou 35 centimètres, et qu'elle était composée en grande partie de débris enlevés au *kimmeridge clay*, car un des galets légèrement arrondis que renferme en assez grande quantité cette terre lui a offert une *Ostrea deltoidea* parfaitement caractérisée.

Il put aussi s'assurer que, contrairement à ce qu'ont dit quelques géologues qui ont également visité cette localité, les racines des arbres ne pénétraient nulle part sur ce point dans le calcaire portlandien; qu'elles s'expalmaient au contraire en arrivant à sa surface, d'où il a conclu que ce calcaire avait déjà acquis une assez grande dureté lorsque la végétation vint s'établir au-dessus.

Un troisième fait fixa l'attention de M. Triger; il s'aperçut qu'au milieu de cette terre végétale, qui ne semble plus renfermer d'humus, il existait malgré cela une très grande quantité de charbon à l'état de fragments très divisés. Il remarqua que ce charbon provenait d'une pellicule qui existait encore sur presque tous les troncs silicifiés, et qui formait à leur pourtour une véritable couche charbonneuse, tandis que l'intérieur était complètement silicifié.

Il appelle l'attention des chimistes sur ce phénomène, qui prouve que sur une même substance homogène deux actions chimiques ont eu lieu à des époques différentes, puisqu'une partie des arbres a passé à l'état de charbon, tandis que l'autre a été transformée en silice d'une très grande pureté.

M. Élie de Beaumont dit qu'il est heureux de voir M. Triger confirmer par ses études récentes les observations qu'il a faites anciennement.

M. Barrande demande comment les troncs des arbres de Portland, aujourd'hui silicifiés, peuvent avoir été brisés sur place, sans que leur base ait été dérangée et qu'elle ait cessé d'être parfaitement verticale.

M. Élie de Beaumont fait observer que dans les vieilles forêts on voit souvent les troncs des arbres se décomposer, dans leurs parties moyennes ou supérieures, et par suite se briser avec

une si grande facilité que la base n'est pas ébranlée par cette rupture du tronc.

M. Triger expose que la partie supérieure des arbres, c'est-à-dire le corps principal et les branches sont aujourd'hui dans une position horizontale à côté des troncs, et que c'est dans cette position qu'on les trouve tous enfouis dans la terre végétale, mais que la partie inférieure des troncs, c'est-à-dire celle autour de laquelle rayonnent les racines, est évidemment encore debout et en place.

Les plus gros arbres offrent en moyenne, au niveau du sol, un diamètre de 50 à 60 centimètres, et M. Triger a été à même d'en mesurer plus de 20 de cette espèce, dont le diamètre n'a jamais été au-dessous de 25 centimètres.

M. Triger termine en disant qu'il croit pouvoir conclure des différentes observations qu'il a faites, qu'après avoir végété sur un sol peu épais et meuble encore aujourd'hui une véritable forêt a dû nécessairement occuper le point qu'il a visité à Portland ;

Que la végétation ne semble s'y être établie que lorsque le calcaire portlandien avait déjà acquis un certain degré de dureté, puisque les racines des arbres qu'il a vus ne l'ont pas pénétré ;

Que la couche de terre végétale, qui se trouve aujourd'hui à plus de 50 mètres au-dessus du niveau de la mer, devait alors faire partie d'une grande vallée beaucoup moins élevée, car on y rencontre une grande quantité de galets légèrement arrondis, provenant évidemment du *kimmeridge-clay*, puisqu'on y rencontre des fragments d'*Ostrea deltoidea* ;

Que par suite d'un abaissement du sol, probablement lent et graduel, cette forêt a dû se trouver peu à peu plongée sous des eaux douces, au milieu desquelles les arbres sont morts et se sont décomposés peu à peu, de sorte qu'une légère partie de leur surface a passé d'abord à l'état de charbon, tandis que le centre, plus résistant sans doute, s'est ensuite silicifié en enlevant à ces eaux une portion de la silice qu'elles renfermaient en dissolution ;

Qu'à cette action purement chimique a succédé ensuite une action toute sédimentaire, qui a déposé sur la terre

végétale et les arbres en question une épaisseur moyenne de 4 mètres environ de calcaire de Purbeck.

M. Triger ajoute qu'il est de toute évidence, pour lui, que les arbres étaient déjà silicifiés lorsque le dépôt du calcaire de Purbeck a dû commencer, car tous ces arbres sont naturellement couchés ainsi que leurs branches dans la terre végétale qui les enveloppe, et il est impossible de remarquer sur aucun d'eux la moindre trace d'incrustation. Bien plus, les sédiments auxquels le calcaire de Purbeck doit son origine n'ont pas même pénétré dans cette terre malgré son état poreux ; ils constituent simplement au-dessus d'elle une nappe calcaire qui la pénètre à peine de 2 centimètres dans sa plus grande épaisseur.

Enfin, M. Triger croit pouvoir encore constater qu'il a dû exister des secousses horizontales violentes dans le sol lors de son exhaussement au-dessus du niveau de la mer, car l'élargissement sensible que l'on remarque aujourd'hui dans les fissures de retrait du calcaire de Portland ne saurait être attribué à une autre cause. On peut même ajouter que des plissements nombreux, opérés dans le calcaire de Purbeck lorsqu'il était encore mou, viennent également corroborer cette opinion ; en effet, ces plissements opérés dans la nouvelle roche au-dessus de la surface horizontale du calcaire de Portland, ne sauraient guère être expliqués autrement.

M. Albert Gaudry fait observer que depuis 1852, époque où il a visité l'île de Portland, l'état des carrières a dû notablement changer ; car alors on ne voyait implantés verticalement dans la terre végétale qu'un très petit nombre d'arbres. Cependant on pouvait conjecturer que l'antique bois d'arbres verts qui couvrait le sol actuel de Portland s'étendait au loin, puisqu'on avait découvert les couches de terre végétale renfermant des arbres en place jusque sur la côte de Weymouth.

En 1853, M. Albert Gaudry a pu étudier un gisement d'arbres silicifiés, dont l'extension semble plus grande encore. Il veut parler de la localité des environs du Caire (Égypte), célèbre sous le nom de forêt d'agate. La forêt d'agate présente, sur une étendue de plusieurs lieues carrées, des troncs d'arbres disséminés à la surface du sol. MM. Albert Gaudry et

Amédée Damour ont retrouvé ces mêmes traces jusqu'à une distance de plus de quinze lieues, en traversant la partie du désert d'Afrique qui sépare le Nil de la mer Rouge. Aujourd'hui nul arbre et même nulle plante, si petite qu'elle soit, ne s'élève dans le désert; cependant les arbres dont les troncs silicifiés abondent ont dû être contemporains de la période actuelle, car aucune alluvion ne les recouvre; ils sont répandus à la surface du grès quartzeux qui forme la couche la plus supérieure du sol. Plusieurs parties de l'Europe présentent, sur une moindre échelle, des exemples semblables de silicifications qui se sont produites à une époque assez moderne. Leur étude attentive devra sans doute, quelque jour, jeter de grandes lumières sur les silicifications des temps anciens, telles que celles de l'ancienne forêt de Portland.

M. Virlet fait observer à M. Triger que la transformation du cœur des arbres en matière différente de l'écorce n'est pas un phénomène très rare dans la nature et qu'un grand nombre de végétaux houillers le présentent, car, si le cœur n'y a pas été silicifié, il y a été remplacé par la substance de la roche encaissante, soit de grès, soit d'argile schisteuse, ce qui prouve qu'il avait déjà disparu lors de leur enfouissement, pendant que l'écorce qui avait persisté a pu se transformer ensuite en charbon. Les terrains houillers présentent d'ailleurs un phénomène tout à fait analogue, et dont M. Virlet a cité plusieurs exemples remarquables dans ses *Notes sur quelques phénomènes moléculaires qui se sont opérés dans les roches, postérieurement à leur dépôt* (1), en ce sens qu'au lieu d'être silicifiées, comme en Angleterre, les tiges ont été sidérifiées, c'est-à-dire transformées en fer carbonaté lithoïde, pendant que l'écorce l'a été en charbon. Ailleurs ces mêmes tiges ont pu être calcarifiées, c'est-à-dire transformées en carbonate calcaire.

M. Virlet ajoute que la décomposition plus rapide de l'intérieur de l'arbre, et, par suite, sa disparition, est un phénomène qui se présente fréquemment chez plusieurs familles de

(1) Voyez *Bull.*, 2^e sér., t. II, p. 138.

plantes, et en particulier chez celle des palmistes, tandis que la partie corticale, infiniment plus solide, résiste beaucoup plus longtemps aux influences de la décomposition; qu'il lui est arrivé plus d'une fois, dans certaines forêts vierges de l'Amérique par exemple, d'être tout étonné, en croyant poser le pied sur un tronc d'arbre pour le traverser, de le voir s'enfoncer dans le vide, parce que l'écorce qui avait persisté seule, n'était pas assez consistante pour supporter une semblable pression. Les *Indiens*, ou naturels du pays, savent d'ailleurs très bien profiter de cette propriété qu'a l'écorce de certains palmiers de se conserver pour se procurer de bons écheneaux naturels, en recueillant les vieux troncs dont l'intérieur a disparu ou est assez décomposé pour s'en aller en poussière. Enfin, il rappelle à ce sujet les *canons volcaniques* cités par Bory de Saint-Vincent, dans son *Voyage aux îles Fortunées*, lesquels ne sont que des troncs d'arbres ensevelis sous la lave, dont le cœur a disparu et dont l'écorce sèche a persisté et se trouve en partie carbonisée.

M. Triger répond que, connaissant parfaitement aussi ce qui se passe dans les mines, il n'y a cependant jamais rien vu de semblable à ce qu'il a remarqué dans l'île de Portland. A la vérité on voit bien dans les houillères une grande quantité de plantes dont la partie ligneuse s'est transformée en charbon, tandis que le centre de ces mêmes plantes est passé à l'état de roche; mais ce fait n'explique nullement celui qu'il vient de signaler, attendu que, dans les mines où les plantes ont été enveloppées par des sédiments, il est tout naturel qu'au milieu de ces sédiments la partie ligneuse ait formé du charbon, quand les parties creuses ou molles des plantes ont été remplies ou remplacées par les sédiments eux-mêmes. C'est l'histoire de tous les dépôts sédimentaires, et il en est résulté, en effet, dans les houillères, que, si c'est du schiste qui sert de gisement aux plantes, leur intérieur est toujours du schiste; que si, au contraire, c'est du grès, cette partie offre alors du grès. Mais rien de semblable n'existe à Portland, où les plantes ne sont empâtées par aucun sédiment; où la substance ligneuse d'arbres de 15 mètres de hauteur (car M. Triger en a mesuré

de cette taille) a passé à l'état de silice pure; où le précipité lui-même n'a pas eu d'action sur la plante en son entier, car il n'en occupe que le centre, probablement parce que la partie extérieure présentait déjà un degré de transformation qui ne permettait plus son action; où enfin la terre végétale qui renferme ces plantes, quoiqu'elle fût meuble alors comme elle l'est encore aujourd'hui, ne présente elle-même aucune trace, ni d'empatement, ni de précipité quelconque.

De pareils faits n'ont évidemment aucun rapport avec ce que l'on remarque dans les houillères, car l'action sédimentaire, au contraire, y a presque tout fait et l'action chimique n'y a jamais été que secondaire. En un mot, dans les houillères il ne s'est passé que ce qui se voit partout pour la plupart des fossiles qui, sans avoir changé de nature, se trouvent remplis des mêmes substances que leurs gangues, tandis qu'à Portland les choses se sont passées tout autrement, puisque les arbres seuls ont été transformés, partie en silice et partie en charbon; et cela au milieu même d'un terrain meuble, qui ne s'est nullement senti de cette action.

M. Élie de Beaumont exprime l'opinion que les bois de la forêt de Portland ont pu être silicifiés durant la vie même des arbres, par une opération naturelle, semblable au procédé qui a été employé par M. Boucherie, pour faire pénétrer de la silice dans des bois encore vivants.

M. Martins confirme l'opinion de M. Élie de Beaumont sur la silicification des végétaux pendant leur vie en rappelant que des plantes nombreuses absorbent de la silice en petite proportion. Les arbres de Portland n'ont-ils pu en absorber en quantité plus grande?

M. J. Delanoüe ne pense pas que le phénomène de la silicification des végétaux fossiles puisse être assimilé aux expériences de M. Boucherie. Car M. Boucherie, en silicifiant des bois, ne fait que remplir les vides laissés entre les diverses parties des tissus, cellules, vaisseaux, fibres: les éléments du bois subsistent et la quantité de silice introduite est minime proportionnellement à la masse du bois; son rôle est de mettre les parties organiques à l'abri du contact de l'air et de leur permettre ainsi de se conserver indéfiniment.

M. J. Delanoüe ajoute les considérations suivantes :

La géogénie des silex et des pétrifications silicenses est facile à comprendre, si l'on veut bien se reporter à l'époque et aux circonstances de leur formation. Dans l'origine, les roches pyrogènes formaient exclusivement l'écorce du globe, et leur surface entière était corrodée par les mers et lessivée par les pluies. Or, ces roches étant toutes formées de silicates alcalins, solubles, empaissant des minéraux plus ou moins insolubles (quartz, mica, fer oxydulé, gemmes, etc.), elles ont dû subir une altération incessante et analogue avec celle que nous voyons encore s'y produire plus lentement de nos jours (1). Les pluies, les fleuves et les mers dissolvaient et enlevaient toutes les parties solubles de ces roches; elles les convertissaient en silicate d'alumine, ou kaolin plus ou moins impur; elles les désagrégeaient et mettaient en liberté tous les minéraux inaltérés (quartz, mica, etc.).

Ce sont ces squelettes insolubles des roches pyrogènes qui, remaniés et lévités par les flots, ont produit toutes ces masses énormes de schistes, de grès et d'argiles des terrains sédimentaires.

Dans l'origine, l'altération de ces roches alcalinifères était bien plus rapide, alors que leur surface était partout à nu et que le lessivage s'en opérait à une bien plus haute température. C'est pour cela que nous voyons prédominer dans les plus anciennes formations sédimentaires les grès et les schistes qui nous représentent (les alcalis exceptés) tous les éléments des roches pyrogènes désagrégées.

Si nous suivons maintenant la marche des silicates solubles dans le bassin des mers où ils ont été entraînés, nous voyons qu'ils devaient y être bientôt décomposés, car l'acide silicique est déplacé par les acides les plus faibles. Aussi la silice prédomine-t-elle comme les grès et les schistes dans les plus anciens sédiments du globe; c'est par cette même raison que la décomposition des roches alcalinifères s'effectuait, dans l'origine, avec bien plus d'activité et sur des surfaces bien plus considérables. Il est remarquable que la silice déposée à ces époques de hautes températures est anhydre, c'est-à-dire à l'état de quartz et de quartzite, dans les sédiments et les filons anciens, tandis qu'aux époques suivantes, dans les terrains plus récents, lorsque la température était plus basse, la silice n'est guère qu'à l'état d'hydrate (hyalite, silex, résinite, jaspe, gaise, etc.).

(1) Voyez à ce sujet les excellents travaux d'Ebelmen.

Les émanations gazeuses acides, qui accompagnent les roches éruptives, devaient opérer activement cette décomposition des silicates alcalins; aussi observe-t-on que, dans les cas de métamorphisme, les roches modifiées, les serpentines et les roches d'épanchement sont presque toujours accompagnées de dépôts de silice, auxquels on a donné quelquefois, mais à tort, le nom d'*éruptions siliceuses*, tandis que c'est l'éruption des substances acides, sur ce point, qui a suffi pour y accumuler, à la longue, ces masses de silice enlevées aux silicates marins.

Voilà aussi pourquoi les phénomènes *hydrothermaux* (1), qui ont donné naissance aux calamines et à tous les minerais concrétionnés de fer et de manganèse, ont toujours produit en même temps de nombreux silicates terreux et métalliques. La haute température de ces eaux leur permettait d'enlever aux roches sous-jacentes des silicates solubles, que les émanations salifères et métalliques convertissaient bientôt en concrétions de silicates insolubles (silicates de zinc, jaspes, halloysite, etc.).

Je ne me dissimule pas néanmoins l'obscurité qui règne encore sur certaines parties de cet intéressant sujet. Ainsi, par exemple, la silice est tellement soluble, qu'un acide ne peut pas la précipiter dans un silicate étendu d'eau. Je ne puis alors m'expliquer comment cette substance a pu être éliminée des eaux de la mer si complètement qu'on ne l'y trouve plus aujourd'hui qu'en traces insensibles. Mais je ne comprends pas davantage pourquoi le peu de silice contenue dans l'eau *alcaline* des geysers s'en sépare malgré sa solubilité; et cependant il faut bien que j'admette ce fait comme parfaitement authentique. Or, ce phénomène hydrothermal, quelle qu'en soit l'explication, ne fait que reproduire exactement, en petit, sous nos yeux, ce qui se passait jadis sur une bien plus grande échelle. Les eaux des geysers dissolvent, en raison de leur haute température, les silicates alcalins des roches ignées sous-jacentes, puis déposent sur leurs bords la silice éliminée par un acide quelconque (2).

C'est absolument le même phénomène qui s'est présenté à la

(1) *Geysériens* de M. Dumont.

(2) M. Damour, dont l'autorité sur ce sujet est incontestable, attribue aussi la formation de la silice hydratée (*geysérite*) à la saturation de l'alcali par un acide; mais il ne cherche malheureusement pas à nous expliquer comment une substance aussi soluble peut être précipitée dans une dissolution aussi étendue que l'eau des geysers. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. X, p. 157.)

surface du globe lorsque les pluies anciennes et fort chaudes sont venues dissoudre les silicates les plus solubles de son écorce encore brûlante. Si nous cherchons à suivre la trace des chlorures volatils, si abondants dans les émanations de l'intérieur du globe, nous ne les retrouvons plus que dans la salure des mers, où ils sont à l'état de chlorures alcalins. Ne devons-nous pas en conclure que l'acide chlorhydrique a joué le principal rôle pour la saturation de l'alcali des silicates solubles, et par conséquent pour la précipitation de l'acide silicique ?

Mais les acides les plus faibles suffisent aussi pour cette élimination. Or, toute substance végétale, en décomposition, donne naissance à des acides organiques (acétique, lactique, ulmique, etc.) et, en dernier lieu, à de l'acide carbonique et de l'hydrogène carboné. Tout végétal qui s'est déposé et décomposé au sein des eaux est donc devenu le centre d'une émanation d'acide, et par conséquent d'une précipitation de silice qui s'est substituée, atome à atome, à la substance organique, et quelquefois avec assez de lenteur et de régularité pour en reproduire la texture (1). Voilà pourquoi, sans doute, les végétaux silicifiés sont peu charbonneux (à moins que le terrain ne le soit lui-même). La silice est là l'équivalent de la substance organique qu'elle remplace. La décomposition des animaux mous et des polypiers donnant naissance à du carbonate ammonique, j'ai dû étudier le mode d'action de ce sel, et je me suis assuré, par expérience, que ce sel précipitait aussi la silice des silicates alcalins. Ainsi s'explique la silicification si fréquente de certains mollusques et surtout des spongiaires.

M. Albert Gaudry présente, au nom de M. Jules Haime, la note suivante sur l'île Majorque :

Notice sur la géologie de l'île Majorque, par M. Jules Haime.

Trois mémoires ont été consacrés à la géologie de l'île Majorque. Le premier est dû à M. Élie de Beaumont qui l'a rédigé d'après les échantillons, les notes et les renseignements que lui a fournis M. Cambessèdes (2). Quoique ce travail remonte à 1827, et que

(1) M. Damour a constaté la présence de substances organiques dans la geysérite (voyez le mémoire précité, page 164).

(2) *Note sur la constitution géologique des îles Baléares* (*Annales des sciences naturelles*, 1^{re} série, t. X, p. 423, 1827).

l'auteur n'ait eu pour le composer que des matériaux incomplets, c'est assurément le plus important qu'on ait encore publié sur la constitution géologique de la Grande Baléare. Le savant géologue, après avoir donné une description orographique et topographique de ce pays, compare les principales montagnes qu'on y observe à celles de la Provence et du Roussillon, et il signale ainsi implicitement la plupart des formations et des étages que l'étude des fossiles m'y a fait reconnaître. Sept ans plus tard, M. Albert de la Marmora dressa la carte géologique des deux Baléares, qu'il accompagna de nouvelles observations (1). Pour lui, tous les dépôts sédimentaires de ces îles se rapportent à six systèmes de couches : le lias? la craie inférieure, le terrain de macigno, le terrain tertiaire, le terrain quaternaire et le terrain alluvien (2). Enfin, M. Paul Bouvy (3), adoptant en 1852 les déterminations de M. de la Marmora, a décrit, avec de nouveaux détails, les divers strates et les principales roches qui entrent dans la composition du sol de l'île.

Quoique M. Elie de Beaumont, M. de la Marmora et M. Bouvy aient cité tour à tour quelques noms de fossiles, aucun d'eux n'a porté sur ce sujet une sérieuse attention, et je ne sache pas que jusqu'à présent aucune observation paléontologique soit venue corroborer leurs opinions sur l'âge des terrains qu'ils ont signalés.

Pendant le court séjour que j'ai fait en ce pays dans l'année 1853, je n'ai malheureusement pas pu, comme je l'aurais désiré, explorer complètement l'intérieur de l'île. Je me suis borné à visiter quelques points isolés, et à recueillir les fossiles qui se sont offerts à mes yeux ; mais j'ai observé d'autres restes organiques à Palma, dans la collection de don Jose Conrado y Berard, et M. Bouvy m'a généreusement autorisé à puiser dans la sienne. Enfin, j'ai pu examiner les échantillons que M. de la Marmora a

(1) *Observations géologiques sur les deux îles Baléares, Majorque et Minorque (Memorie della R. Accademia delle scienze di Torino, t. XXXVIII, p. 51, 1834).*

(2) Au nombre des roches éruptives, le même auteur a cité le granite. J'ai su par M. Bouvy que l'échantillon d'après lequel cette indication a été donnée avait été trouvé dans le petit port de Soller, où sans doute il avait été apporté par un bâtiment qui s'était lesté à Barcelone.

(3) *Resena geognostica de la isla de Mallorca y descripcion de la situacion y explotacion de la ulia del terreno secundario de esta isla (Revista minera, t. III, p. 174, 204 et 346, 1852).*

rapportés et dont il a fait don à la Société géologique de France (1). Tous ces matériaux, il est vrai, ne sont pas très considérables; mais, en attendant que quelque géologue entreprenne à Majorque de nouvelles recherches stratigraphiques, et en l'absence complète où nous nous trouvons actuellement de tout renseignement paléontologique sur ce pays, il m'a paru qu'il ne serait pas sans intérêt de faire connaître les espèces recueillies jusqu'à ce jour et de signaler dès à présent les terrains dont elles indiquent l'existence.

Les dépôts sédimentaires les plus anciens qu'on ait constatés à Majorque se rencontrent à la base de la principale chaîne de montagnes dont ils occupent le versant N.-O. Les calcaires gris dont ils sont composés ont été rapportés au lias par M. Élie de Beaumont, qui leur a trouvé beaucoup d'analogie avec ceux de la montagne des Alpines ou des Apies, près de Salon (Bouches-du-Rhône). Ni M. Cambessèdes, ni M. de la Marmorata, ni M. Bouvy avant la publication de son mémoire, n'y avaient trouvé de fossiles. Mais, en 1850, un de nos collègues, M. le docteur Paul Marès, qui herborisait dans les montagnes de Majorque, a découvert auprès de Soller, au col nommé *la Muleta*, quelques Térébratules dont il fit présent à M. Bouvy. En 1853, je me suis rendu à l'endroit indiqué, en compagnie de M. Bouvy et de mon ami le docteur Lacaze Duthiers, aujourd'hui professeur à la Faculté des sciences de Lille. Nous y avons recueilli non-seulement les Térébratules rapportées par M. Marès, mais plusieurs autres espèces de fossiles. Parmi celles-ci, j'ai reconnu *Belemnites umbilicatus*, *Ammonites Jamesoni*, *Mactromya liasina*, *Pholadomya decorata*, *P. reticulata*, *Periploma douaciformis*, *Lima pectinoides*, *Pecten disciformis*, *P. textorius*, *Rhynchonella tetraedra*, qui sont toutes éminemment propres aux étages supérieur et moyen du lias. Je dois mentionner encore un gastéropode et un coralliaire (2) dont je n'ai observé que des échantillons en mauvais état. Ils me paraissent se rapporter le premier à *Natica Koninckana*, le second à *Montlivaultia Haimci*, que MM. Chapuis et Dewalque ont récemment fait connaître et qui appartiennent tous deux au lias infé-

(1) Ces échantillons formaient deux collections : l'une a été déposée au Musée royal d'histoire naturelle de Turin, et l'autre à la Société géologique de France.

(2) M. Milne Edwards et moi nous avons désigné sous le nom de *coralliaires* la classe des polypes proprement dits, comprenant les zoanthaires, les alcyonaires et les podactiniaires (Lucernaire).

rieur. Trois espèces m'ont paru nouvelles; je les nomme *Pecten Lacazei*, *Ostrea Marmorai*, *Terebratula Davidsoni*. C'est cette dernière qui a été découverte par M. Marès et qui est, à beaucoup près, la plus abondante de toutes. J'ai aussi trouvé à Soller l'impression d'un végétal à fibres croisées que j'ai soumise à l'examen de M. Adolphe Brongniart, mais qui est trop incomplète pour que ce savant botaniste ait pu la déterminer.

En ne tenant pas compte des espèces incertaines, on voit que les fossiles de Soller viennent pleinement confirmer l'opinion émise dès 1827 par M. Élie de Beaumont sur l'âge des calcaires gris du versant occidental des montagnes de Majorque. Il est aussi digne de remarque que la moitié des espèces que je viens de citer a déjà été signalée par MM. de Verneuil et Collomb dans l'E. de l'Espagne, où ces auteurs ont presque toujours trouvé le lias supérieur et le lias moyen confondus ensemble, comme cela paraît avoir lieu à Soller.

Les mêmes géologues ont vu que les deux membres habituels de la série jurassique de cette contrée sont le lias et l'oxford-clay. Cette association se représente à Majorque. Je me suis assuré, en effet, qu'une partie des roches observées par M. de la Marmora, et regardées par lui comme appartenant à la craie inférieure, doivent être en réalité rapportées à l'étage oxfordien et même aux assises inférieures de cet étage. Elles contiennent en grande abondance *Ammonites plicatilis* et *athleta*, que MM. de Verneuil et Collomb ont recueillis dans l'E. de l'Espagne. On y rencontre aussi *Aptychus imbricatus*, *Belemnites hastatus* et *Terebratula dipha*. J'ai trouvé moi-même à Binisalem les deux premières de ces espèces.

C'est encore à Binisalem et aussi à Selva qu'ont été rencontrés les fossiles de l'étage néocomien que j'ai eu occasion d'examiner. Ce sont : *Ammonites vecticostatus*, *A. subfimbriatus*, *Belemnites bicaniculatus*, *B. dilatatus*. M. de la Marmora pense que la majeure partie de la principale chaîne de montagnes qui court du S.-O. au N.-E. est formée de roches appartenant à la partie inférieure du terrain de craie, depuis le cap Cala Figuera jusqu'au cap Formentor; mais, comme il a confondu les couches à Ammonites qui dépendent réellement de cet étage avec celles qui se rattachent à l'étage oxfordien, il faut se tenir en garde contre l'extension qu'il a donnée aux premières.

Remarquons que M. Élie de Beaumont, en comparant la Sainte-Baume et le mont Ventoux aux montagnes de Majorque,

avait prévu en quelque sorte qu'on trouverait ces dernières en partie constituées par les étages oxfordien et néocomien.

Majorque offre encore une nouvelle ressemblance dans sa constitution géologique avec la Provence et le Roussillon, en ce que le groupe de la craie tuffeau y est également représenté. Je n'ai recueilli moi-même aucun fossile se rapportant à ce terrain, mais j'ai vu dans la collection de M. Conrado deux coralliaires, *Pliacoscymia Parkinsoni* et *Heliostroea sulcatilamellosa* qui se retrouvent dans le grès vert d'Uchaux, dans les Corbières et à Gosau. On a aussi apporté à M. Bouvy, comme ayant été trouvé roulé auprès de Binisalem, un exemplaire de *Cyclotites elliptica*, espèce qui occupe toujours dans la série des couches la même place que les précédentes.

Quant aux fossiles de la famille des Rudistes, et notamment *Hippurites sulcatus*, que M. Bouvy a signalés à Majorque (1), on n'en doit tenir aucun compte. Il est vraisemblable que les espèces que j'ai citées sont effectivement accompagnées d'Hippurites, mais on n'en a encore découvert aucune jusqu'à présent, et les prétendus restes de corps organisés, ainsi nommés par M. Bouvy, étaient de simples fragments d'un calcaire argileux à cassure conchoïde.

Sur la route d'Inca à Santa Magdalena, dans un calcaire grenu un peu siliceux, M. Bouvy et moi nous avons trouvé un autre coralliaire créacé, mais qui jusqu'à présent s'est seulement montré dans la craie blanche : c'est *Parasmilia centralis* que l'on rencontre communément dans les comtés de Kent et de Sussex. La présence de cette espèce est la seule preuve que j'aie pu trouver de l'existence de la craie blanche dans l'île Majorque. Tout insuffisante qu'elle soit, elle mérite pourtant d'être enregistrée.

Quoique M. de la Marmora n'ait pas visité la petite chaîne d'Arta, il pense qu'elle « correspond à celle de Minorque par sa composition et qu'elle appartient aux terrains de macigno (2). » Ce géologue a vu à Palma, dans le couvent des Dominicains, des colonnes d'un marbre nummulitique à fond gris bleuâtre, sur lequel ressortent les Nummulites blanches. « Ce marbre, dit-il, est du pays ; il pourrait provenir des monts d'Arta, mais peut-être vient-il de la petite colline qui se trouve au S. d'Inca, et c'est plus probable. » On voit que ces indications étaient fort vagues (3).

(1) *Revista minera*, t. III, p. 205, 1852.

(2) *Mém. cité*, p. 64.

(3) Dans une conversation que j'ai eu l'honneur d'avoir récemment avec lui, à Paris, M. le général Albert de la Marmora m'a dit qu'il se

Aussi M. d'Archiac a-t-il dû mettre en doute la présence des Nummulites dans les Baléares. « M. A. de la Marmora, dit le savant historien des progrès de la géologie, cite dans les îles de Majorque et de Minorque un ensemble de couches composé de macigno, de calcaires à Fucoides et de dolomies qu'il compare aux roches du même nom de la Ligurie et de la Toscane, mais dans lesquelles nous ne voyons pas qu'il ait rencontré de Nummulites (1). »

M. Bouvy a de nouveau signalé des Nummulites à Binisalem (2), mais les prétendus fossiles qu'il a désignés sous ce nom, avec toutes réserves, il est vrai, et en rappelant que M. Adrien Paillette les considérait comme pouvant être des Cypris, ne sont certainement pas des restes de corps organisés. Je me suis assuré par un examen attentif que les échantillons de sa collection contiennent seulement de petites concrétions calcaires à peu près sphéroïdales, larges environ de 1 centimètre, composées de nombreuses couches assez régulièrement concentriques, et qui effectivement ressemblent à *Nummulites perforata* (3) lorsqu'on n'y regarde pas de très près.

Mes observations prouvent cependant qu'il existe réellement des couches à Nummulites dans l'île Majorque. Je n'ai trouvé aucun fossile dans les roches dolomitiques d'Arta, et il m'est impossible de dire si elles appartiennent à l'étage nummulitique, comme l'a cru M. de la Marmora, ou si elles se rattachent au terrain secondaire ; mais il ne peut rester aucun doute sur celles du centre de la principale chaîne de montagnes. Ainsi à Binisalem, près de la mine de charbon, les couches qui viennent affleurer sur les talus sont formées, les unes d'un calcaire oolitique jaunâtre à petits grains, les autres d'un calcaire gris à Miliolites, et en quelques points on distingue dans ce dernier des sections transverses de Nummulites qui toutefois ne sont pas assez nettes pour que je hasarde de les déterminer spécifiquement. Au contraire, entre Alaro et Binisalem, près de la Casa del Torre, j'ai recueilli des échantillons d'un calcaire jaunâtre rempli de Nummulites bien conservés, et qui provenait de la montagne taillée à pic que l'on voit en cet endroit. J'ai étudié ces échantillons avec M. d'Ar-

souvenait très bien d'avoir trouvé des Nummulites près de Binisalem, et que c'est par oubli qu'il n'en a pas fait mention dans son mémoire.

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, t. III, p. 459, 1850.

(2) *Revista minera*, t. III, p. 348, 1852.

(3) D'Archiac et Jules Haime, *Monographie des Nummulites*, pl. VI, fig. 4. 1853.

chiac, et nous y avons reconnu *Nummulites Ramondi*, *N. intermedia* et *N. planulata* (1).

J'ai en outre examiné dans la collection de M. Conrado, à Palma, deux échinodermes du même étage, *Echinolampas discoïdes* et *Cœlopteurus coronalis*, et M. Bouvy m'a montré un échantillon de *Schizaster Newboldi*, qui lui a été apporté par un paysan majorcain.

Au-dessus des couches à Nummulites et en contact avec elles, on observe à Binisalem et à Selva un dépôt lacustre formé de calcaires bitumineux compactes plus ou moins fétides, et de calcaires marneux gris qui contiennent des lits de combustible. Ce combustible a été signalé pour la première fois par M. de la Marmora comme intercalé dans les assises néocomiennes, et M. Bouvy, qui l'a étudié avec soin au point de vue de ses propriétés industrielles et de son exploitation, l'a placé dans sa cinquième division du terrain secondaire (2). C'est un lignite brillant et de bonne qualité, qui peut être employé à peu près aux mêmes usages que la houille. Les fossiles que j'ai reconnus dans les couches à combustible de Majorque me paraissent appartenir à l'époque des gypses de Provence, et conduisent, par conséquent, à une opinion bien différente de celle qu'ont professée les auteurs que je viens de citer. Ce sont *Melania lauræa*, *Planorbis obtusus*, *Lymnæa pyramidalis*, et deux espèces nouvelles que j'appellerai *Clausilia Beaumonti* et *Bulinus* vel *Achatina Bouvyi*. Mais je dois avouer qu'il me reste quelques doutes sur les premières de ces déterminations, car on sait combien il est difficile de distinguer entre elles les diverses espèces des genres Lymnée et Planorbe. Quoi qu'il en soit, le lignite est bien certainement supérieur aux couches à Nummulites, comme le savent très bien les mineurs eux-mêmes. M. Bouvy possède une tortue découverte dans ce lignite, et dont l'étude fournirait sans doute un renseignement précieux pour établir l'horizon de ce dépôt d'eau douce. Elle m'a paru appartenir à la petite famille des *Paludinosa* de M. Duméril et de Bibron. Les calcaires bitumineux des environs de Selva présentent de nombreuses empreintes végétales, mais dans un état de conservation toujours très imparfait, et M. Adolphe Brongniart n'a pas pu déterminer les échantillons que je lui ai montrés.

La formation miocène paraît être représentée dans l'île Ma-

(1) Ces trois espèces ont été recueillies dans la Péninsule ibérique par MM. de Verneuil et Collomb.

(2) *Loc. cit.*, p. 182.

lorque par plusieurs petits bassins isolés. Les principales localités où elle a été signalée sont la Randa et Muro. J'ai vu plusieurs échinodermes provenant de ce dernier point, et qui se rapportent tous à *Echinanthus gibbosus*, espèce très commune en Corse, près de Bonifacio et à Santa Manza. M. de la Marmorata a recueilli sur le versant N.-O. de Belver une grande Huître qu'il a rapportée avec raison à *Ostrea longirostris*, Lamarck, laquelle est propre, comme on sait, à la formation tertiaire moyenne. Dans les marnes grises de Deya, que le même auteur (1) hésite à placer dans le terrain secondaire, j'ai trouvé à mon tour une seconde espèce du même genre qui appartient également au même étage, *Ostrea crassissima*. Enfin, j'ai observé dans la collection de M. Conrado un crustacé qui, à en juger par la nature de la roche qui l'empâtait, doit provenir des mêmes marnes : c'est *Cyphoptæa impressa* cité par Desmarest comme fossile du Monte Mario, près de Rome (2).

La base de la colline de Belver appartient, selon toute apparence, à la formation tertiaire supérieure. Les fossiles qu'elle renferme sont *Voluta olla*, *Conus Mercatii*, *Tellina lacunosa*, qui se rencontrent dans les dépôts subapennins de l'Italie et existent encore dans les mers actuelles, mais seulement dans les mers chaudes, et qu'on ne retrouve plus dans la Méditerranée. On a trouvé avec ces espèces des corps de formes diverses qui ont été l'occasion d'une singulière méprise. « En 1850, dit M. Bouvy (3), le marquis de Belpuech fit pratiquer, sur la pente de la colline du château de Belver, une excavation qui mit à jour les fossiles suivants : un cœur avec un fragment d'artère, un testicule avec ses conduits spermatiques, un os qui paraît être un cubitus, deux autres os incomplets que je crois être, le premier un fragment de clavicule et le second un tronçon de pubis, accompagnés d'un Cône, d'un Porcelanite de grande dimension (la *Volute* précédemment citée), et d'une Corbule (*Tellina lacunosa*) qui était adhérente à l'un des os. La réunion de ces fossiles à des coquilles subapennines de dimensions supérieures à celles de leurs analogues actuel-

(1) *Loc. cit.*, p. 55.

(2) Le Monte Mario a été rapporté par plusieurs auteurs à la formation subapennine, mais il paraîtrait, d'après les recherches récentes de M. le comte de Rayneval, Monseigneur Vanden Hecke et le professeur Ponzi, que les couches inférieures de cette colline appartiendraient à l'époque des dépôts miocènes.

(3) *Revista minera*, t. III, p. 184, 1852.

lement vivantes donne beaucoup d'importance à ce fait; car, ajoute M. Bouvy, si ces restes sont humains, il en résulte que l'existence de l'homme sur la terre aurait été contemporaine des dépôts pliocènes les plus modernes. »

J'ai examiné avec beaucoup d'attention ces corps de diverses formes que les médecins de Palma ont considérés comme des fossiles humains (1), et je me suis convaincu sans grande peine que le prétendu cœur est simplement un caillou roulé, et le prétendu testiculaire la petite masse calcaire concrétionnée qui a rempli la cavité creusée dans le tissu d'une Héliastrée par un mollusque perforant, probablement une Clavagelle. Quant aux prétendus os, ce sont des concrétions stalactiformes irrégulières, comme il s'en forme beaucoup à l'O. du port de Palma, au pied de Belver, à Portopi et au fort San Carlos, dans toutes les petites grottes du bord de la mer.

Le terrain quaternaire a été indiqué sur la carte de M. de la Marmora comme entourant presque toute l'île de Majorque, si ce n'est du côté du N.-O. Je l'ai observé pour ma part sur deux points très éloignés : aux environs de Palma, à l'E. de cette ville, et auprès d'Arta, à la Cueva de la Ermita (2). Dès 1826, M. Cambessèdes avait recueilli au bord de la mer, depuis Alcudia jusqu'à Nuestra Señora de la Victoria, des échantillons de la roche qui compose ce terrain. C'est un « agrégat calcaire, dit M. Élie de Beaumont (3), composé en grande partie de grains calcaires et de débris de coquilles faiblement agglutinés par un ciment marneux rougeâtre.... On n'hésiterait guère à rapporter ces roches à la partie supérieure du grand dépôt de nagelfluhe et de mollasse, ajoute le célèbre géologue, si elles ne présentaient aussi beaucoup de ressemblance avec divers petits dépôts qui se sont formés très récemment, ou même qui se forment encore journellement sur diverses plages, tant de la Méditerranée que de l'Océan. »

Sur la côte située à l'E. de Palma jusqu'au cap Enderocat, le terrain quaternaire présente les mêmes caractères que près de la Cueva de la Ermita au N.-E. de l'île, et la description de M. Élie de Beaumont convient bien à la roche des deux localités; seulement, dans la première, les coquilles sont très solidement agglu-

(1) J'ai déjà eu occasion de parler de ces prétendus fossiles humains (*Athenæum français*, t. II, p. 4205, n° du 17 décembre 1853).

(2) Voyez la description que j'ai donnée de cette grotte dans l'*Athenæum français*, l. c.

(3) *Loc. cit.*, p. 428.

tinées. Tous les fossiles que renferme ce terrain, et ils sont très nombreux, appartiennent à des espèces qui vivent actuellement dans la Méditerranée ; mais j'ai remarqué que ces espèces ne sont pas les mêmes au S. et au N., ou du moins, s'il en est quelques-unes qui soient communes aux environs de Palma et aux environs d'Arta, les plus abondantes diffèrent d'une localité à l'autre. Voici celles que j'ai recueillies auprès de Palma : *Strombus mediterraneus*, *Conus mediterraneus*, *Murex trunculus*, *Arca Noc*, *A. barbata*, *Mastra corallina*, *Venus gallina*, *Carilium rusticum*. J'ai trouvé auprès d'Arta *Cardita calyculata*, *Chama gryphoides*, *Pectunculus violacescens*, *Fermetus triquetter*.

En résumé, l'étude des fossiles de Majorque indique la présence dans cette île de divers systèmes appartenant à huit époques géologiques distinctes : 1° liasique, 2° oxfordienne, 3° néocomienne, 4° de la craie tuffeau, 5° éocène, 6° miocène, 7° pliocène, et 8° quaternaire.

Ces résultats concordent parfaitement avec les vues émises dès 1827 par M. Élie de Beaumont. On voit combien cet éminent géologue a eu raison de comparer Majorque sous le rapport géologique à la Provence et au Roussillon. Les travaux de MM. de Verneuil et Collomb montrent que la partie orientale de la Péninsule ibérique offre aussi dans sa constitution beaucoup de ressemblance avec la grande Baléare.

A. Fossiles du lias recueillis à Soller, au col de la Muleta.

1. AMMONITES JAMESONI, Sowerby, *Journ. Conchol.*, t. VI, p. 105, pl. 555, fig. 4, 1829. — *Ammonites Regnardi*, d'Orbigny, *Paléont. franç., terr. jurass.*, t. I, p. 257, pl. 72, 1842.

Se trouve dans le lias moyen dans l'île de Mull et à Robin Hood's Bay (Angleterre), et dans beaucoup de localités françaises, notamment à Croizille et à Évrency (Calvados) et aux environs de Lyon (Rhône).

2. BELEMNITES UMBILICATUS, Blainville, *Mém. sur les Bélemn.*, p. 97, pl. 3, fig. 44, 1827.

Se trouve en France, dans le lias moyen, à Vicux-Pont près de Bayeux, aux environs de Nancy, à Avalon (Yonne), etc.

3. NATICA KONINCKANA ? Chapuis et Dewalque, *Foss. des terr. second. du Luxemb.* (*Mém. cour. de l'Acad. de Belg.*, t. XXV), p. 81, pl. 44, fig. 7, 1853.

Mes échantillons sont à l'état de moule, et je ne les rapproche qu'avec doute de l'espèce du lias inférieur signalée à Luxembourg et à Arlon par MM. Chapuis et Dewalque.

4. PHOLADOMYA DECORATA, Zieten, *Verst. Wurtemb.*, p. 87, pl. 66, fig. 2, 1830. — Goldfuss, *Petref. Germ.*, t. II, p. 266, pl. 455, fig. 3, 1839.

A été décrite comme provenant du lias supérieur du Wurtemberg, et se trouve aussi en France, à Asnières (Sarthe).

5. PHOLADOMYA RETICULATA, Agassiz, *Étud. crit. sur les moll. foss.*, p. 80, pl. 4 C, fig. 4-4, 1842.

Se trouve dans l'étage supérieur du lias dans le département du Bas-Rhin, et dans le Jura wurtembergeois.

6. PERIPLOMA DONACIFORMIS, d'Orbigny, *Prod. de pal.*, t. I, p. 252, 1850. — *Amphidesma donaciforme*, Phillips, *Geol. of York.*, t. I, p. 461, pl. 12, fig. 3, 1829. — *Lyonsia unioides*, de Verneuil et Collomb, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e série, t. X, p. 442, 1853 (non *Lutaria unioides*, Goldfuss).

A été rencontrée dans le Yorkshire, le Wurtemberg, en Espagne à Anchueta et à Villar del Cobo, et en France à Saint-Amand (Cher).

La *Pleuromya galathca*, Agassiz, *Ét. crit.*, p. 239, pl. 28, fig. 1, qui ne me paraît pas en différer, est du calcaire à Gryphées du département du Bas-Rhin.

7. MACTROMYA LIASINA, Agassiz, *Ét. crit.*, *Myes*, p. xvii, 1842. — De Verneuil et Collomb, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. X, p. 442, 1853.

M. Bayle m'a montré, à l'École des mines, des échantillons de cette espèce provenant du lias moyen des environs de Metz, de Sainte-Marie du-Mont (Manche), et de Vieux-Pont (Calvados). MM. de Verneuil et Collomb l'ont recueillie en Espagne à Marranchon, Albaracin et Villar del Cobo.

Je ne connais pas de figures de cette *Mactromya*; la *Mactromya globosa*, Agassiz, *Ét. crit.*, p. 200, pl. 9 D, fig. 9-14, qui est propre au groupe oolitique moyen, en est extrêmement voisine.

8. LIMA PECTINOIDES, Deshayes. — *Plagiostoma pectinoides*, Sowerby, *Min. Conchol.*, t. II, p. 28, pl. 443, fig. 4, 1846. — Zieten, *Verst. Wurtemb.*, p. 92, pl. 69, fig. 2, 1830. — *Plagiostoma pectinoideum*, Phillips, *Geol. of York.*, t. I, p. 432, pl. 12, fig. 43, 1835.

Se trouve dans le Yorkshire, dans le Wurtemberg, et en France, à Metz et à Saint-Maixent (Deux-Sèvres).

9. PECTEN DISCIFORMIS, Schübler in Zieten, *Verstein. Wurtemb.*, p. 69, pl. 53, fig. 2, 1830. — Chapuis et Dewalque, *Mém. cour. par l'Acad. de Belg.*, p. 240, pl. 34, fig. 3, 1853. — *Pecten corneus*, Goldfuss, *Petref. Germ.*, t. II, p. 73, pl. 98, fig. 44, 1835 (non Sowerby).

Se trouve dans le Wurtemberg, et en France à Semur (Côte-d'Or) et à Vieux-Pont (Calvados). MM. de Verneuil et Collomb l'ont recueilli

à Barabon. MM. Chapuis et Dewalque l'indiquent aussi dans le lias inférieur de Luxembourg et de Strassen.

40. PECTEN TEXTORUS, Schlotheim, *Petrefact.*, p. 229, 1816. — Goldfuss, *Petref. Germ.*, t. II, p. 45, pl. 89, fig. 9, 1835. — Chapuis et Dewalque, *Mém. cour. par l'Acad. de Belg.*, t. XXV, p. 209, pl. 32, fig. 2, 1853.

Se trouve dans le lias inférieur, à Pouilly, Lyon et Semur, dans le grès de Luxembourg et les marnes de Strassen, et aussi dans le lias supérieur, à Grand-Cour en France, et à Anchuela en Espagne.

41. PECTEN LACAZEI, nov. sp., pl. XV, fig. 5 a et b.

Cette nouvelle espèce est voisine de *Pecten Pradoanus*, de Verneuil et Collomb, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. X, p. 163, pl. 3, fig. 4. Sa forme est à peu près la même, quoique un peu plus bombée en avant; les côtes sont moins nombreuses, plus écartées et beaucoup plus tranchantes. En outre, le fond des sillons de la valve plane est plus large et plus plat.

Pecten Lacazei offre le troisième exemple de la forme plane-convexe (*Janira*) dans le groupe du lias. Le premier est *Pecten alatus* de Buch (1), que MM. Bayle et Coquand ont figuré récemment dans les *Mémoires de la Société géologique*, 2^e sér., t. IV, pl. 5, fig. 1 et 2, 1851.

42. OSTREA MARMORAI, nov. sp., pl. XV, fig. 4.

Je n'ai trouvé aucune figure à laquelle pût être rapportée cette espèce. Celle qui s'en rapproche peut être le plus est la fig. 5 de la pl. 79 de Goldfuss qui représente *Ostrea irregularis*. Cependant *Ostrea Marmorai* diffère notablement de ce dernier fossile. Elle est allongée, subovale, et irrégulièrement bosselée et ondulée. Les bords de ses deux valves sont minces, peu ou point feuilletés, et s'adaptent très exactement l'un à l'autre. La petite valve paraît adhérer par toute sa surface. La partie antérieure se recourbe, soit à gauche, soit à droite, comme dans les espèces désignées sous le nom d'*Exogyres*.

43. TEREBRATULA DAVIDSONI, nov. sp., pl. XV, fig. 6, a, b, c et d.

Cette nouvelle espèce est très voisine de *Terebratula subbucculenta*, Chapuis et Dewalque, *Mém. cour. par l'Acad. de Belg.*, t. XXV, p. 242, pl. 36, fig. 4, 1853. Elle présente à peu près la même forme; cependant la grande valve est beaucoup plus convexe. On remarque également sur la petite valve une dépression médiane et longitudinale, mais qui est ici bien plus étendue que dans *T. subbucculenta*, et qui se prolonge jusqu'au bord inférieur de la coquille. Le crochet de *T. Davidsoni* est fortement recourbé et l'*area* est presque nulle; l'ouverture est petite; les bords latéraux et inférieurs sont plus ou moins anguleux et ne montrent jamais de méplats.

(1) *Pétrifications recueillies en Amérique*, fig. 1, 2, 3 et 4.

44. *REYNCHONELLA TETRAEDRA*, d'Orbigny, *Prodr. de paléont.*, t. I, p. 258, 1850. — Davidson, *Brit. foss. Brachiop.*, 3^e part., p. 93, pl. 48, fig. 5-10, 1852. — *Terebratulula tetraedra*, Sowerby, *Miner. Conchol.*, t. I, p. 494, pl. 83, fig. 4, 1845.

Se trouve en Espagne dans la Sierra Camarina, en Angleterre à Ilminster, dans les comtés d'York et d'Oxford, en France à Fontaine Étoupefour, Évreux (Calvados), Semur (Côte-d'Or), Nancy, Metz, Uhrweiler (Bas-Rhin).

45. *MONTLIVAUTIA HAIMEI?* Chapis et Dewalque, *Mém. cour. par l'Acad. de Belg.*, t. XXV, p. 263, pl. 38, fig. 5, 1853.

Je rapporte, avec doute, à cette espèce qui a été trouvée dans le lias inférieur à Jamoigne des échantillons incomplets et très mal caractérisés.

B. Fossiles de l'étage oxfordien recueillis à Binisalem.

1. *AMMONITES PLEATILIS*, Sowerby, *Miner. Conchol.*, t. II, p. 448, pl. 466, 1847.

Les échantillons recueillis à Binisalem et à Alaro ressemblent surtout à ceux que MM. de Verneuil et Collomb ont rapportés de Pico el Tijo, près Requena. Cette espèce se trouve encore dans de nombreuses localités de l'Espagne, de la Franco, de la Suisse, du Wurtemberg et de la Russie.

2. *AMMONITES ATHLETA*, Phillips, *Geol. of Yorkshire*, t. I, p. 428, pl. 6, fig. 49, 1829. — *Ammonites armiger*, Sowerby, *Trans. of the geol. Soc. of London*, 2^e sér., t. V, p. 329, pl. 23, fig. 43, 1837.

Un échantillon de cette espèce a été trouvé à Binisalem par M. de la Marmora, et cité dans sa liste sous le n^o 46 (*l. c.*, p. 72). Cet auteur le regardait avec M. Pareto comme une Ammonite de la craie inférieure. *A. athleta* est un fossile des Kelloway rocks du Yorkshire; on le trouve aussi dans diverses localités de la France et du Tyrol, et dans la province de Cutch. MM. de Verneuil et Collomb l'ont rencontré à Frias, en Espagne.

3. *BELEMNITES HASTATUS?* Blainville, *Mém. sur les Bélemn.*, p. 74, pl. 2, fig. 4, et pl. 5, fig. 3, 1827.

Je n'ai qu'un échantillon incomplet, qui ressemble beaucoup à certaines variétés de cette espèce.

4. *APTYPCHUS IMBRICATUS*, Hermann de Meyer, *Neues Jahrb. für Miner. Geol.*, p. 398, 1834; *Nova acta nat. Curios.*, t. XV, 2^e part., p. 439, pl. 59, fig. 40 et 41, 1834.

M. Bayle m'a montré, à l'École des mines, un *Aptychus* provenant de la porte de France, à Grenoble, qui est de tout point semblable à ceux de Binisalem.

5. *TEREBRATULA DIPHVA*, de Buch, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 1^{re} sér., t. III, pl. 48, fig. 9, 1834. — *Terebratula deltoidea*, Davidson, *Ann. and mag. of nat. hist.*, 2^e sér., t. V, pl. 43, fig. 20, 1850.

Se trouve en Italie, et en France près de Grenoble (Isère).

C. *Fossiles de l'étage néocomien recueillis à Binisalem et à Selva.*

1. *AMMONITES RECTIGOSTATUS*, d'Orbigny, *Paléont. franç., terr. crét.*, t. I, p. 434, pl. 40, fig. 3 et 4, 1844.

Cette espèce se trouve aussi en France à Barrême, au mont Ventoux, et en Suisse dans le canton de Vaud.

2. *AMMONITES SUBFINERIATUS*, d'Orbigny, *ibid.*, p. 424, pl. 35, 1840.

Cette espèce se trouve aussi en France à Barrême (Basses-Alpes), à Saint-Martin (Var), et en Suisse dans le canton de Vaud.

3. *BELEMNITES DILATATUS*, Blainville, *Mém. sur les Bélemn.*, p. 99, pl. 5, fig. 18, 1827. — Duval-Jouve, *Bélemn. des envir. de Castell.*, p. 54, pl. 4, 1844.

En France on le rencontre aux environs de Castellane (Basses-Alpes). MM. de Verneuil et Collomb l'ont rapporté de la Sierra Mariola.

4. *BELEMNITES BICANALICULATUS*. Blainville, *Mém. sur les Bélemn.*, suppl., p. 120, pl. 5, fig. 8, 1828. — D'Orbigny, *Paléont. franç., terr. crét.*, t. I, p. 47, pl. 3, fig. 13-16, 1840.

Cette espèce, que j'ai trouvée à Selva, a aussi été rapportée par M. Élie de Beaumont de la montagne des Chadres (Hautes-Alpes).

D. *Fossiles de la craie tuffeau recueillis dans les montagnes de Majorque.*

1. *PLACOSMILIA PARKINSONI*, Milne Edwards et J. Haime, *Ann. des sc. nat.*, 3^e sér., t. X, p. 235, 1849. — *Turbinolia rudis*, Michelin, *Icon. zooph.*, p. 47, pl. 4, fig. 3, 1844 (non *Cyathophyllum rude*, Sowerby).

Se trouve à Gosau, à Uchaux, dans les Corbières et dans la Catalogne.

2. *HELIASTREA SULGATI-LAMELLOSA*, Milne Edwards et J. Haime, *Histoire nat. des Coralliaires*, t. II, p. 472, 1855. — *Astrea sulcata-lamellosa* et *Renauxii*, Michelin, *Icon. zooph.*, p. 22 et 24, pl. 5, fig. 6 et 9, 1844.

Se trouve à Uchaux.

3. CYCLOTITES ELLIPTICA, Lamarck, *Hist. des anim. sans vert.*, t. II, p. 234, 1816. — *Cyclotites hemispherica*, id., *ibid.*, p. 233. — *Fungia polymorpha* (pars), Goldfuss, *Petref. Germ.*, t. I, p. 48, pl. 44, fig. 6 e et f, 1826.

Se trouve à Gosau, dans les Corbières, aux Martigues, à Royan, aux environs de Perpignan, à Uchaux et à Montferrand (Aude).

E. *Fossile de la craie blanche recueilli entre Inca et Santa-Magdalena.*

- PARASMILIA CENTRALIS, Milne Edwards et J. Haime, *Ann. des sc. nat.*, 3^e sér., t. X, p. 244, 1849. — *Madrepora centralis*, Mantell, *Geol. of Sussex*, p. 159, pl. 16, fig. 2 et 4, 1822.

Se trouve dans les comtés de Kent et de Sussex, et dans le nord de l'Allemagne. M. d'Orbigny ajoute Cézanne.

F. *Fossiles de l'étage nummulitique recueillis entre Alaro et Binisalem, ou dans les localités voisines.*

4. CŒLOPLEURUS CORONALIS, d'Archiac et J. Haime, *Descr. des anim. foss. de l'Inde*, p. 198, 1853. — *Cidaris coronalis*, Klein, *Natur. disp. Echin.*, p. 54, pl. 4, fig. D et E, 1754. — *Cœlopleurus equis*, Agassiz et Desor, *Ann. des sc. nat.*, 3^e sér., t. VI, p. 356, 1846. — Desor, *Syn. des Echin. foss.*, p. 97, pl. 16, fig. 4-6, 1835.

Est aussi fossile de la chaîne d'Hala, de Biarritz et de la Catalogne.

2. ECHINOLAMPAS DISCOIDES, d'Archiac et J. Haime, *Anim. foss. de l'Inde*, p. 209, pl. 14, fig. 3, 1853.

Se trouve aussi dans la chaîne d'Hala.

3. SCHIZASTER NEWBOLDI, d'Archiac et J. Haime, *Descr. des anim. foss. de l'Inde*, p. 222, pl. 15, fig. 2, 1853.

Se trouve à Saint-Michel du Fay (Catalogne), et dans la chaîne d'Hala.

4. NUMMULITES RAMONDI, DeFrance, *Dict. des sc. nat.*, t. XXXV, p. 224, 1825. — D'Archiac et J. Haime, *Monogr. des Nummul. (Descr. des anim. foss. de l'Inde)*, p. 128, pl. 7, fig. 13-17, 1853).

C'est une des espèces les plus constantes sur tout le périmètre de la Méditerranée.

5. NUMMULITES INTERMEDIA, d'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. III, p. 416, pl. 9, fig. 23 et 24, 1850. — D'Archiac et J. Haime, *Monogr. des Numm.*, p. 99, pl. 3, fig. 3, 1853.

Se trouve à Biarritz, à Nice, etc.

6. *NUMMULITES PLANULATA*, d'Orbigny, *Ann. des sc. nat.*, t. VII, p. 129, 1826. — D'Archiac et J. Haime, *Monogr. des Numm.*, p. 142, pl. 9, fig. 5-10, 1853.

Cette espèce est, de même que *N. Ramondi*, une des plus anciennes du genre.

G. *Fossiles du dépôt lacustre de Selva et de Binisalem.*

1. *BULINUS* vel *ACHATINA* BOUVYI, n. sp., pl. XV, fig. 2 a et b.

Je nomme ainsi une espèce voisine d'*Achatina costellata*, Fred. Edwards (*Monogr. of the eoc. moll.*, p. 75, pl. 42, fig. 1, 1852), mais qui s'en distingue par ses tours de spire plus nombreux, plus réguliers et plus plats.

Elle a été recueillie par M. Bouvy à Selva, et par moi à Binisalem.

2. *HELIX* indéterminée. — Espèce voisine d'*Helix inflexa*, Zieten (*Verst. Würtemb.*, p. 41, pl. 31, fig. 1, 1830), qui provient du calcaire lacustre d'Ulm.

Recueillie par moi à Selva et à Binisalem.

3. *CLAUSILIA BEAUMONTI*, n. sp., pl. XV, fig. 3 a et b.

C'est de la *Clausilia striatula*, Fred. Edwards (*Mon. of the eoc. moll.*, p. 79, pl. 44, fig. 6, 1852), que cette belle et grande espèce me paraît se rapprocher le plus; mais, au lieu de stries que l'on voit à la surface de celle-ci, elle présente de véritables côtes saillantes, et n'a que deux grands plis à la columelle.

Recueillie par M. Bouvy et par moi à Selva.

4. *PLANORBIS OBTUSUS*, Sowerby, *Miner. conch.*, t. II, p. 94, pl. 410, fig. 3, 1848. — Fred. Edwards, *Mon. of the eoc. moll.*, p. 102, pl. 45, fig. 1, 1852.

Recueilli par moi à Selva et à Binisalem. Les localités anglaises sont Sconce et Headon Hill.

5. *MELANIA LAUREA*, Matheron, *Catal. des corps org. foss. du départ. des Bouches-du-Rhône*, p. 219, pl. 36, fig. 23 et 24, 1842.

Recueillie par moi dans le calcaire fétide de Selva. M. de la Marmorata l'a trouvée aussi, à Binisalem, dans le lignite.

La figure de M. Matheron est mauvaise, et j'aurais pu croire que mes échantillons de Majorque en diffèrent spécifiquement, si je ne les avais pas comparés à ceux de Vaucluse que M. Hébert m'a montrés. J'ai également vu à l'École normale, ainsi que dans la collection de M. Deshayes, des exemplaires provenant de Brunstadt, près de Mulhouse, et nommés, par M. P. Mérian, *Melania Escheri*, qui me paraissent appartenir à la même espèce.

Je suis porté à croire que *Tarritella costata*, Zieten, *Verst. Würtemb.*, p. 43, pl. 32, fig. 3, 1830 (non Sowerby), *Melania Zieteni*, Bronn, *Ind. palæont.*, p. 527, 1848 (non Klipstein), n'en diffère pas

non plus. Elle est du calcaire lacustre des environs d'Ulm que l'on considère généralement comme appartenant à l'époque miocène.

6. *LYMNÆA PYRAMIDALIS?* J. Sowerby, *Min. conchol.*, t. VI, p. 54, pl. 528, fig. 3, 1829. — Fred. Edwards, *Mon. of the coc. moll.*, p. 84, pl. 13, fig. 2 et 3, 1852.

Recueillie par M. Bouvy à Selva. Elle ressemble surtout aux échantillons anglais provenant de Hordwell et Headon Hill.

H. Fossiles de la formation miocène.

4. *CYPHOPLAX IMPRESSA*, Pl. XV, fig. 1 a et b. — *Gonoplax impressa*, Desmarest, *Hist. nat. des crust. foss.*, p. 102, fig. 13 et 14, 1822.

Cette cypodide, pour laquelle je forme ici un genre nouveau, est citée par Desmarest comme provenant du Monte-Mario, près de Rome. L'exemplaire que j'ai observé fait partie de la collection de don Jose Conrado y Berard, mais ne porte pas d'indication de localité. Comme la figure de Desmarest est fort obscure, j'ai cru utile de représenter l'individu de Majorque.

2. *OSTREA GRASSISSIMA*, Lamarck, *Hist. nat. des anim. sans vert.*, t. VI, 1^{re} part., p. 217, 1819 (2^e édit., t. VII, p. 242). — *Ostrea longirostris* (pars), Goldfuss, *Petref. Germ.*, t. II, p. 26, pl. 82, fig. 8 a.

Recueillie par moi dans les marnes de Deya.

3. *OSTREA LONGIROSTRIS*, Lamarck, *Ann. du Mus.*, t. VIII, p. 462, et t. XIV, p. 374, pl. 21, fig. 4, 1809. — Deshayes, *Coq. foss. des env. de Paris*, t. I, p. 351, pl. 5 k, fig. 7 et 8, pl. 60, fig. 1-3, pl. 61, fig. 8 et 9, pl. 62, fig. 4 et 5, et pl. 63, fig. 1.

Recueillie par M. de la Marmora sur le versant N.-O. du monticule de Belver. Se trouve aussi à Sceaux, à Montmartre, dans le parc de Versailles et aux environs de Blaye.

4. *ECHINANTHUS GIBBOSUS*. — *Scutella gibbosa*, Risso, *Hist. nat. de l'Éur. mérid.*, t. V, p. 284, 1826. — *Clypeaster umbrella*, Agassiz et Desor, *Ann. des sc. nat.*, 3^e sér., t. VII, p. 430, 1847.

J'ai observé des exemplaires de cette espèce provenant de Muro dans la collection de M. Bouvy et dans celle que M. de la Marmora a déposée à la Société géologique. Se trouve aussi à Bonifacio et à Santa Manza (Corse).

I. Fossiles de la formation subapennine recueillis à la base de la colline de Belver.

1. *VOLUTA OLLA*, Linné, *Syst. nat.*, 12^e édit., p. 4196, 1767. — *Encyclop.*, pl. 385, fig. 2.

Habite aussi les mers de l'Inde.

2. *CONUS MERCATHI*, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, t. II, p. 287, pl. 2, fig. 6, 1844.

Est aussi fossile de San-Miniato.

3. *TELLINA LACUNOSA*, Chemnitz, *Conchyl.*, t. VI, p. 92, pl. 9, fig. 78, 1782. — *Tellina tumida*, Brocchi, *Conch. foss.*, p. 543 pl. 42, fig. 40, 1844. — *Encycl.*, pl. 290, fig. 42.

Habite les côtes de Guinée. Fossile de la formation subapennine de l'Italie. M. Deshayes (*Encycl. méthod.*, vers., t. III, p. 1016, 1832), l'indique aussi des dépôts miocènes des environs de Bordeaux, de Dax et de la Morée.

J. Fossiles du terrain quaternaire.

1. *STROMBUS MEDITERRANEUS*, Duclos, *Illustr. conchyl. (genre Strombe)*, p. 43, pl. 29, fig. 4 et 5, 1845-1847.

M. Lacaze et moi, nous en avons extrait de leur gangue plusieurs individus sur les bords de la mer, à l'E. de Palma. Cette espèce vit dans la Méditerranée, suivant Duclos. Elle est aussi fossile aux environs de Naples. *Strombus coronatus*, DeFrance, *Dict. des sc. nat.*, t. LI, p. 424, 1827; Knorr et Walch, *Rec. des mon. des Cat.*, t. II, 1^{re} sect., p. 403, pl. C 3, fig. 1 et 2, 1768, ne me paraît pas en différer; c'est un fossile des environs de Sienne. M. Huppé m'a montré des exemplaires de *Strombus hubonius*, Lamarck, qui y ressemblent encore extrêmement.

2. *CONUS MEDITERRANEUS*, Hwass in Bruguière, *Encycl. méth.*, vers., t. I, p. 704, 1789. — Lovel Reeve, *Conchol. icon.*, t. I, sp. 89, pl. 46, 1843.

Recueilli par moi à l'E. de Palma. Habite les côtes de Majorque.

3. *MUREX TRUNCULUS*, Linné, *Syst. nat.*, 12^e édit., p. 243, 1767. — Martin Lister, *Hist. conchyl.*, pl. 950, fig. 42, et pl. 952, 1685. — Kiener, *Spec. des coq. viv.*, *Murex*, p. 73, pl. 23, fig. 2.

Recueilli par moi à l'E. de Palma. Habite la Méditerranée et l'océan Atlantique. Brocchi, *Conch. subapenn.*, t. II, p. 394, l'indique du Plaisantin et des environs de Bologne.

4. *VERMETUS TRIQUETER*, Bivona, *Effemeridi scientifiche e litterarie per la Sicilia*, p. 44, 1832. — R.-A. Philippi, *Enumer. moll. Sicil.*, t. I, p. 170, pl. 9, fig. 21 et 22, 1836.

Recueilli par moi auprès de la Cueva de la Ermita. Est aussi fossile de Palerme et habite la Méditerranée.

5. *ARCA NOE*, Linné, *Syst. nat.*, 12^e édit., p. 4440, 1767. — *Encycl. méth.*, pl. 303, fig. 2. — Brocchi, *Conchyl. subap.*, t. II, p. 475, 1844.

Recueillie par moi à l'E. de Palma. Vit sur les côtes de Majorque. Est aussi fossile du Plaisantin.

6. *ARCA BARBATA*, Linné, *Syst. nat.*, 42^e édit., p. 1140, 1767. — *Encycl. méth.*, pl. 309, fig. 1. — Brocchi, *Conch. foss. subap.*, t. II, p. 476, n^o 2, 1814. — Deshayes, *Moll. de l'Algérie*, pl. 118, 1848.

Recueillie par moi à l'E. de Palma. Vit sur les côtes de Majorque. Fossile d'Asti, suivant Brocchi.

7. *MACTRA CORALLINA*, Linné, *Syst. nat.*, 42^e édit., p. 1123, 1767. — Deshayes, *Moll. de l'Algér.*, p. 382, pl. 30 a, fig. 1, 184.

Recueillie par moi à l'E. de Palma. Habite la Méditerranée.

8. *VENDS GALLINA*, Chemnitz, *Conchyl.*, t. VI, p. 311, pl. 30; fig. 308-310, 1792. — Lamarck, *Hist. des anim. sans vert.*, t. V, p. 591, 1818. — *Encycl.*, pl. 268, fig. 3. — Deshayes, *Moll. de l'Algér.*, pl. 90, fig. 1, 1848.

Recueillie par moi à l'E. de Palma. Habite la Méditerranée, et est aussi fossile des dépôts subapennins de la Sicile.

9. *CARDIUM RUSTICUM*, Linné, *Syst. nat.*, 42^e édit., p. 1124, 1767. — Lovell Reeve, *Conchyl. icon.*, t. II, *Cardium*, pl. 3, spec. 16, 1843.

Recueillie par moi à l'E. de Palma. Habite la Méditerranée.

10. *CARDITA CALYCVLATA*, Bruguière, *Encycl. Vais.*, t. VI, p. 408, 1789. — *Chama calyculata*, Linné, *Syst. nat.*, 12^e édit., p. 1138, 1767. — *Encycl.*, pl. 233, fig. 6. — Deshayes, *Moll. de l'Algér.*, pl. 105, 1848.

Recueillie par moi près de la Cueva de la Ermita. Habite la Méditerranée.

11. *CHAMA GRYPHOIDES*, Lamarck, *Hist. des anim. sans vert.*, t. VI, 1^{re} part., p. 94, 1819. — *Encycl.*, pl. 497, fig. 2. — *Chama gryphina*, Lovell Reeve, *Conch. icon.*, t. IV, *Chama*, pl. 8, sp. 43, 1847 (non Lamarck).

Recueillie par moi près de la Cueva de la Ermita. Habite la Méditerranée.

12. *PECTUNCULUS VIOLAGESCENS*, Lamarck, *Hist. nat. des anim. sans vert.*, t. VI, 1^{re} partie, p. 52, 1819. — 2^e édit., t. VI, p. 492. — Deshayes, *Moll. de l'Algér.*, pl. 125, 1848. — *Arca iusubrica*, Brocchi, *Conch. foss.*, t. II, p. 492, pl. 11, fig. 10; 1844.

Recueilli par moi près de la Cueva de la Ermita. Habite la Méditerranée, et est fossile de la formation pliocène d'Italie.

M. Michelin lit la notice suivante au nom de M. Duchassaing, D. M. à l'île Saint-Thomas (Antilles).

Observations sur les formations modernes de l'île de la Guadeloupe, par M. Duchassaing, D.-M. à l'île Saint-Thomas (Antilles).

Messieurs,

En juin 1847, j'ai fait connaître à la Société géologique, par l'entremise de M. Michelin, le résultat de mes études sur les terrains de la Guadeloupe. Lors de la publication faite à cette époque, j'avais promis de donner une liste des fossiles qui se trouvaient dans ces dépôts, dont je voulais de démontrer l'époque récente. Je vais faire précéder ces catalogues de quelques nouvelles considérations sur ce que, dans mon premier travail, j'ai appelé *formation madréporique et récifs circulaires*.

On doit ranger dans ces dépôts marins, non-seulement les roches madréporiques soulevées et faisant maintenant partie du rivage, mais aussi les récifs qui entourent l'île, excepté vers la partie occidentale. L'étude que l'on peut en faire démontre qu'à une époque peu éloignée des masses de madrépores formaient une enceinte circulaire autour de la Guadeloupe. Plus tard, l'espace qui les séparait du rivage ayant été aussi soulevé et, de plus, comblé par du sable, il en est résulté que l'île a été agrandie d'autant. C'est dans ces sables que se trouvent les anthropolithes dont j'ai fait également mention en 1847.

Quant au nouveau récif qui se forme actuellement autour de l'île et a remplacé l'ancien, il est largement ouvert à l'occident de l'île. Sur les autres points, les rivages sont protégés par ce rempart naturel, qui n'offre que d'étroites fissures, quelquefois cependant assez larges pour laisser passer les navires. Entre ces brisants circulaires modernes et le rivage actuel se trouve une eau plus tranquille, dont la profondeur varie aussi bien que la largeur. Les récifs sont généralement éloignés des rivages de l'île de 250 à 300 mètres, et la profondeur du canal varie de 2 à 15 mètres. On comprend dès lors comment de bons ports peuvent se trouver entre les récifs et la côte, et qu'il suffit qu'il y ait largeur pour entrer et profondeur pour séjourner.

La composition de ces récifs consiste non-seulement en polypiers vivants ou brisés, mais encore en Nullipores, Serpules et Balanes, le tout formant des masses compactes. Des coquilles de tous genres et des galets s'y rencontrent aussi, cimentés avec des Aleyons et des Éponges. Aussitôt la masse formée, les mollusques térébrants la perforent dans tous les sens.

Soc. géol., 2^e série, tome XII.

Il est à remarquer que les différentes espèces d'Astrées, de Porites et madrépores ne vivent que sur les parties toujours submergées, tandis que sur celles découvertes à marée basse on trouve des Balanes, des Serpules.

Relativement au mode de formation de ces récifs circulaires, on ne peut admettre, avec M. Darwin, qu'ils soient dus aux travaux des zoophytes sur les crêtes des collines sous-marines, car alors il faudrait admettre aussi que presque toutes les îles des Antilles ont une ceinture de collines sous-marines, ce qui ne peut être regardé comme vraisemblable.

L'idée de Péron semble plus admissible : il considérerait ces récifs comme étant dus à la croissance des lithophytes qui auraient vécu et se seraient multipliés d'une manière prodigieuse dans la place même.

M. de Humboldt combat cependant l'opinion du naturaliste français, se fondant sur ce que souvent les récifs circulaires sont composés de fragments roulés qui ont été cimentés entre eux ; mais le fait n'a rien d'étonnant, car souvent des polypiers sont brisés ou arrachés par les lames ; ils tombent dans les anfractuosités du récif et se soudent à la masse, ainsi que je l'ai dit en 1847.

Je persiste à croire que l'on doit en revenir à l'opinion de Péron, contre laquelle on a moins d'arguments à opposer.

Quant à considérer avec quelques-uns les récifs circulaires comme des terres qui auraient été submergées, la chose me paraît difficile à admettre, et, du reste, à la Guadeloupe, nous voyons que le contraire a eu lieu, puisque l'ancien récif ayant été soulevé et faisant partie de l'île, un autre récif a surgi et l'a remplacé. Tout nous porte donc à croire qu'en général les récifs circulaires servent à l'agrandissement des îles, et à penser que celui actuel de la Guadeloupe sera, comme celui qui l'a précédé, ajouté aux terres de l'île.

L'époque à laquelle a eu lieu la jonction de l'ancien récif à la côte doit être très récente, car sa composition ne diffère en rien de celui de nos jours. On y trouve les mêmes polypiers et les mêmes mollusques. Les espèces que l'on rencontre le plus souvent dans l'un comme dans l'autre sont les suivantes :

Astrea ananas, *A. argus*, *A. galaxea*, *A. dipsacea*, *Meandrina phrygia*, *M. gyrosa*, *M. pectinata*, *Madrepora palmata*, *Palmipora alaicornis*, *Strombus gigas*, *Turbo pica*, *Balanus stalagmites*, etc.

De ce que je viens d'exposer et de ce que j'ai fait connaître en 1847, on peut tirer pour conclusions :

1° Que l'ancien récif circulaire ne date que d'une époque assez rapprochée de la nôtre, et qu'il n'y a pas longtemps qu'il a été soulevé et joint à la côte.

2° Que l'origine du nouveau récif est encore plus moderne, et que déjà, par le travail d'agrandissement qu'il subit, le niveau supérieur des bancs qui le composent, dépasse la surface de la mer dans les marées basses, et qu'il est probable que tôt ou tard il se joindra, à l'aide d'un soulèvement, à l'ancien, qui dépasse de 2 ou 3 mètres les plus fortes marées.

3° Que c'est après la jonction de l'ancien récif à la côte que les hommes dont on a trouvé les squelettes et qu'on avait d'abord considérés comme très anciens, ont été déposés et ensevelis dans les sables, qui, en plusieurs endroits, ont recouvert les anciens récifs.

Comme nous sommes rappelés à la question des anthropolithes, nous ferons observer d'une part que, d'après les idées des habitants de la Guadeloupe, les ossements humains qui se trouvent enclassés dans le travertin de l'île proviendraient d'anciennes peuplades ayant habité l'île avant les Caraïbes; mais, d'autre part, si l'on considère que les débris humains se trouvent mêlés à des débris de poterie d'argile cuite et semblable à celle qui se fabrique aujourd'hui; si l'on tient compte de ce que le travertin est toujours en voie de formation et qu'il contient des débris de l'industrie européenne; si à cela on ajoute que dans une masse compacte de ce travertin, que j'ai envoyé au Muséum d'histoire naturelle de Paris, il se trouvait la plupart des ossements d'un squelette humain et un fragment de verre bleu, on sera conduit à conclure que les ossements en question n'ont qu'une origine exclusivement moderne, puisqu'ils ne dateraient que d'une époque postérieure à la découverte de l'Amérique.

Espèces fossiles qui se trouvent le plus fréquemment dans le travertin à anthropolithes.

Bulimus guadalupensis, B. octonus, Helix Josephina, Fissurella barbadensis, Turbo mucicatus, Porites clavaria, Polythrema miniacea, Gorgonia flabellum, Cardisoma carnifex, Geocarinus lateralis.

Espèces fossiles du tuf blanc.

Crustacés. — *Mithrax, Coronula diadema.*

Mollusques. — *Cassis testiculus, Conus granulatus, C. mus, Cy-*

præa sordida, *Emarginula depressa*, *Fissurella barbadensis*, *Olivæ reticulata*, *Ovula gibbosa*, *Pleurotoma*, *Purpura deltoidea*, *Triton rubecula*, *Turbinella lineata*, *Turritella imbricata*, *Arca umbonata*, *Chama Lazarus*, *Cytherea tigrina*, *C. hebræa*, *Pholas*, *Lithodoma lithophagus*, *Ostrea (plures)*, *Pecten nodosus*, *P. zigzag*, *P. sordidus*, *Plicatula reniformis*, *Tellina virgata*, *T. maculosa*.

Échinides. — *Cidaris metularia*, *Tripenustes ventricosus*, *Clypeaster rosaceus*, *C. Duchassaingii*, *C. parvus*, *Encope Desmoulinii*, *Scutella Michelini*, *Caratomus pisiformis*, *Cassidulus guadalupensis*, *Brissus ventricosus*, *B. columbaris*, *Hemiasper Michelotti*, *Schizaster cubensis*.

Polypiers. — *Astrea argus*, *A. ananas*, *A. pleyades*, *Lobophyllia fastigiata*, *Meandrina gyrasa*, *M. areolata*, *Thecophyllia ponderosa*, *Turbinolia dentalis*, *Nullipora*.

Bryozoaïres. — *Lunulites umbellata*.

Espèces fossiles des sables volcaniques inférieurs remaniés par la mer.

Arca umbonata, *Pectunculus pulvinatus*, *Cyathina guadalupensis*.

Saint-Thomas (Antilles), avril 1855.

A la suite de la communication qui précède, M. Michelin fait observer combien il serait important que les naturalistes voyageurs voulussent bien étudier attentivement toutes les formations que l'on considère comme contemporaines, et s'appliquassent surtout à comparer les différentes espèces de corps organisés, qui s'y rencontrent, avec celles vivant aujourd'hui sur les côtes. Jusqu'à présent, on s'est borné, le plus souvent, à constater que les récifs qui entourent certaines îles sont composés de madrépores, sans désigner les espèces ou sans en rapporter des échantillons. Il en a été de même pour les roches qui, après avoir été soulevées, composent les parties habitées ou cultivées des îles ou continents. Il ajoute que, d'après les communications d'Échinides qui lui ont été faites par MM. Goudot, Deshayes, Deville, Michelotti, Bernardi et Duchassaing, et aussi par les représentants de la Jamaïque à l'exposition universelle, il y a lieu de croire que plusieurs étages de la formation supra-crétacée existent dans le golfe du Mexique, même

celui nummulitique. En effet, à la Jamaïque on y rencontre les genres *Amblypygus* et *Conoclypus*, qui, en Europe, se trouvent dans ce dernier étage. Déjà même les habitants de la Jamaïque, qui ont étudié les fossiles de leur pays et les ont comparés, ont appelé *miocène* l'étage des races éteintes, et *pliocène* celui des races modernes. Y a-t-il des stratifications discordantes? Les changements dans les animaux ont-ils été spontanés ou insensibles? Quels sont les animaux qui ont survécu? Quels sont ceux disparus? D'autres localités que la Guadeloupe contiennent-elles des ossements humains, des débris de poteries ou de mammifères? Voilà des questions que les côtes américaines et des Antilles peuvent seules résoudre, attendu qu'on peut les étudier et les voir se former et s'étendre, tandis que nos côtes européennes nous cachent le travail qui se fait sur leurs bords. Certainement l'étude des causes actuelles à la Guadeloupe, à Cuba, etc., doit nous éclaircir les formations madréporiques, généralement connues sous le nom de *coral rag*.

Pour donner une idée des résultats qu'amèneraient des recherches faites avec soin, M. Michelin a établi un relevé très incomplet des Échinides, qui, d'après les auteurs et les collections les plus authentiques, se trouvent vivants et fossiles sur les côtes du golfe du Mexique ou dans les Antilles.

Il en ressort les résultats ci-après :

25 GENRES.	58 ESPÈCES.
dont 20 vivants,	dont 44 vivantes,
18 fossiles,	25 fossiles,
13 vivants et fossiles,	8 vivantes et fossiles,
7 vivants } seulement.	33 vivantes } seulement.
5 fossiles }	17 fossiles }

ECHINIDES VIVANTS ET FOSSILES DES ANTILLES ET DU GOLFE DU MEXIQUE.

758

SEANCE DU 21 MAI 1855.

GENRES.	ESPÈCES.	AUTEURS.	LOCALITÉS.	SE TROUVENT.	VIVANTS.	FOSSILES.
<i>Cidaris</i> .	<i>tribuloides</i> .	Lamarck.	Les Antilles, Cuba.	Musée de Paris, collection Michelin.	*	
—	<i>metalaria</i> .	Id.	Mexique oriental, Guadeloupe.	Musée de Paris, collection Michelin.	*	
<i>Astropyga</i> .	<i>calamaria?</i>	Agassiz.	Guadeloupe.	Collection Michelin.	*	
<i>Diodema</i> .	<i>Turcom.</i>	Buorpius.	Les Antilles.	Collection Michelin, Musée de Paris.	*	
<i>Echino-cidaris</i> .	<i>punctulata</i> .	Desmoulins.	Caroline du Sud, Antilles.	Musée de Paris, collection Michelin.	*	
—	<i>Dufrenoyi</i> .	Id.	Guayana (Amérique méridion.), Antilles.	Id., id.	*	
—	<i>grandinosa?</i>	Agassiz.	Carthagène (id.).	Id., id.	*	
<i>Tripnaustes</i> .	<i>ventricosus</i> .	Id.	Guadeloupe, Martinique, Yucatan.	Id., id.	*	
—	<i>fasciatus?</i>	Lamarck.	Id.	Collection Michelin.	*	
<i>Echinus</i> .	<i>variegatus</i> .	Id.	Guadeloupe, Mexique, Yucatan.	Id.	*	
—	<i>semi-tuberculatus</i> .	Valenciennes.	Mexique, Guadeloupe.	Musée de Paris, collection Michelin.	*	
—	<i>flammeus</i> .	Gmelin.	Texas.	Collection Michelin.	*	
—	<i>excavatus</i> .	Blainville.	Martinique, Guadeloupe.	Musée de Paris, collection Michelin.	*	
—	<i>camaleo</i> .	Michelin.	Les Antilles.	Collection Michelin.	*	
<i>Heliocidaris</i> .	<i>viridioris?</i>	Desmoulins.	Vera Cruz.	Musée de Paris, collection Michelin.	*	
—	<i>mexicana</i> .	Agassiz.	Id.	Musée de Paris.	*	
<i>Echinometra</i> .	<i>lucunter</i> .	Lamarck.	Les Antilles, Mexique.	Musée de Paris, collection Michelin.	*	
—	<i>lobata</i> .	Blainville.	Guadeloupe, Yucatan.	Id., id.	*	
—	<i>avajera</i> .	Id.	Mexique, Antilles.	Id., id.	*	
—	<i>Michelini</i> .	Desor.	Yucatan.	Collection Michelin.	*	
<i>Clypeaster</i> .	<i>rosaceus</i> .	Lamarck.	Les Antilles.	Musée de Paris, collection Michelin.	*	
—	<i>Duchassaingii</i> .	Michelin.	Guadeloupe.	Collection Michelin.	*	
—	<i>parvus</i> .	Duchassaing.	Id.	Id.	*	
—	<i>meridionensis</i> .	Michelin.	Mérida (Yucatan).	Id.	*	
—	<i>crustulum</i> .	Id.	Id.	Id.	*	
—	<i>laganoides</i> .	Id.	Guadeloupe.	Id.	*	
—			Jamaïque.	Exposition universelle (Jamaïque).	*	
<i>Laganum</i> .	<i>Lacazei</i> .	Valenciennes.	Id.	Id.	*	
<i>Scutella</i> .	<i>Michelini</i> .	Duchassaing.	Guadeloupe, Porto-Rico.	Musée de Paris.	*	
			Guadeloupe.	Collection Michelin.	*	

GENRES.	ESPÈCES.	AUTEURS.	LOCALITÉS.	SE TROUVENT.	VIVANTS.	FOSSILES.
<i>Encopa</i>	<i>Valenciennesi</i>	Agassiz.	Martinique.	Musée de Paris, collection Michelin.	*	
—	<i>subclausa</i>	Id.	Mexique oriental.	Collection Michelin.	*	
—	<i>Michelini</i>	Id.	Oregon, Yucatan.	Id., musée de Bruxelles et de Liège.	*	
—	<i>micropora</i>	Id.	Antilles ?	Id., musée de Neuchâtel.	*	
—	<i>Desmoulinsii</i>	Duchassaing.	Guadeloupe	Id.	*	*
<i>Mellita</i>	<i>quinquefora</i>	Agassiz.	Cuba, Caroline du Sud.	Musée de Paris, collection Michelin.	*	
—	<i>ampla</i>	Bolnes.	Nord-Malan (Caroline du Sud).	Collection Michelin.	*	*
—	<i>testulinala</i>	Klein.	Vera Cruz.	Musée de Paris, collection Michelin.	*	
—	<i>hexapora</i>	Agassiz.	Mexique oriental, Antilles.	Collection Michelin.	*	
<i>Moulinia</i>	<i>cassidulina</i>	Id.	Martinique.	Collection Desmoulins.	*	
<i>Echinocyamus</i>	<i>sub-rotundus</i>	Michelin.	Mérida (Yucatan).	Collection Michelin.	*	*
<i>Echinoncus</i>	<i>cyclostomus</i>	Leske.	Antilles, Porto-Rico.	Musée de Paris, collection Michelin.	*	*
—	<i>minor</i>	Id.	Id.	Id.	*	*
—	<i>serialis</i>	Desor.	Guadeloupe.	Collection Michelin, Desmoulins.	*	*
—	<i>orbicularis</i>	Id.	Cuba.	Collection d'Orbigny.	*	*
<i>Caratomus</i>	<i>pisiformis</i>	Michelin et Duchass.	Guadeloupe.	Collection Michelin.	*	*
<i>Cassidinus</i>	<i>quadripensis</i>	Id., id.	Id.	Id.	*	*
<i>Echinotampas</i>			Jamaïque.	Exposition universelle (Jamaïque).	*	*
<i>Amblypygus</i>			Id.	Id.	*	*
<i>Conochypus</i>			Id.	Id.	*	*
<i>Brissus</i>	<i>pectoralis</i>	Lamarek.	Mexique, Guadeloupe	Musée de Paris, collection Michelin.	*	*
—	<i>ventricosus?</i>	Id.	Antilles.	Id., id.	*	*
—	<i>columbaris</i>	Agassiz.	Id.	Id., id.	*	*
—	<i>maculosus</i>	Michelin.	Yucatan (Mérida).	Id.	*	*
<i>Hemiasler</i>	<i>Michelotti</i>	Id.	Cuba, Guadeloupe.	Collection Michelin.	*	*
<i>Schizaster</i>	<i>cubenstis</i>	d'Orbigny.	Id., id.	Id.	*	*
<i>Moera</i>	<i>Atropos</i>	Michelin.	Caroline du Sud.	Musée de Paris, collection Michelin.	*	*
—	<i>Lachesis</i>	Girard.	Texas.	Id., id.	*	*

Il y a sans doute quelques erreurs ou quelques espèces douteuses. Quant à celles de la Jamaïque, nous laissons jusqu'à nouvel ordre, aux personnes qui les ont découvertes, à indiquer les noms spécifiques qu'elles croiront devoir leur donner.

H. M.

SEANCE DU 21 MAI 1853.

759

M. Hébert fait la communication suivante :

Note sur le terrain tertiaire moyen du nord de l'Europe,
par M. Hébert.

J'ai eu l'honneur d'offrir à la Société, au commencement de cette séance, au nom de M. le docteur Greppin, médecin à Délémont, canton de Berne (Suisse), un exemplaire d'un mémoire portant le titre : *Notes géologiques sur les terrains modernes, quaternaires et tertiaires du Jura Bernois, et en particulier du val de Délémont.*

Ce mémoire est accompagné d'une planche de fossiles, d'une planche de coupes et d'une carte géologique du val de Délémont.

On y trouve un grand nombre de faits très intéressants, au sujet de quelques-uns desquels je désire attirer un instant l'attention de la Société.

M. Greppin a constaté dans le val de Délémont l'existence d'un grès coquillier marin, renfermant en abondance des fossiles de l'âge des faluns de Touraine, et s'appuyant au nord sur des assises d'eau douce qui formaient le rivage de la mer à cette époque, rivage qu'on peut suivre pas à pas à l'aide de rangées de trous de Pholades, qui le limitent dans toute l'étendue du val.

Au nord de cette ligne de trous de Pholades, le dépôt perd son faciès pélagien et se trouve remplacé par des trainées et des amas de sables et de cailloux renfermant des *Cyrènes*, des *Unio*, des *Mélano-psides*, des *Néritines* et des ossements de *Rhinoceros incisivus*, Cuv., et de *Dinotherium giganteum*, Kaup., deux espèces appartenant, comme les faluns de Touraine, à la partie supérieure du terrain tertiaire moyen. M. Greppin fait voir que ces dépôts à ossements et à coquilles d'eau douce étaient amenés par des courants ou fleuves ayant une direction N.-S. Aussi renferment-ils abondamment des galets de roches cristallines provenant, comme l'avait déjà fait remarquer M. Daubrée (1), des Vosges méridionales.

La découverte d'ossements de *Rhinoceros incisivus* et de *Dinotherium giganteum* dans les dépôts de cailloux des Vosges de Délémont est un fait très important. Ce dépôt se lie, d'après M. Daubrée, au dépôt de cailloux du Sundgau (Haut-Rhin), et par celui-ci aux dépôts de même nature de la Bresse et de l'Isère, que M. Élie de Beaumont a classés dans le *terrain tertiaire supérieur*, et que

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. V, p. 167, 1848.

M. d'Archiac (1) rapporte au terrain quaternaire. M. Greppin, admettant le rapprochement fait par M. Daubrée entre le dépôt à ossements de *Dinotherium* et celui de la Bresse, place ce dernier dans le terrain tertiaire moyen. Peut-être ce rapprochement ne doit-il pas être aussi intime, le dépôt de cailloux étant, par suite du soulèvement des Alpes occidentales (2), en discordance avec la molasse dans la Bresse et se liant, au contraire, très intimement avec elle dans le val de Délémont? Peut-être ce dépôt de cailloux a-t-il commencé en Suisse vers la fin du terrain tertiaire moyen, pour continuer dans la Bresse à l'époque du terrain tertiaire supérieur? Mais, dans aucun cas, on ne saurait plus attribuer ces alluvions anciennes à l'époque quaternaire.

Le terrain tertiaire supérieur est d'ailleurs directement représenté à Délémont par des marnes, des sables et des calcaires avec fossiles terrestres et d'eau douce que M. Greppin assimile aux calcaires d'Oëninggen.

Sous les dépôts de l'époque des faluns de Touraine sont des marnes et des calcaires d'eau douce de l'âge de nos calcaires de Beauce, qui reposent sur des grès avec de nombreuses empreintes végétales parfaitement conservées, parmi lesquelles M. Heer a déjà reconnu plus de trente espèces différentes (3). Puis viennent des marnes et des calcaires renfermant abondamment les espèces des sables d'Étampes, des grès de Romainville et des marnes marines de Montmartre, que j'ai déjà eu occasion de signaler à la Société (*Bull.*, 2^e série, t. XI, p. 602), en sorte que les trois assises principales du terrain tertiaire moyen du bassin de Paris existent dans le val de Délémont.

On pourra juger du rapprochement de ces gisements si éloignés par le tableau suivant, dans lequel j'ai cité les principales espèces des marnes marines de Délémont, en notant les degrés d'abondance (4) de ces mêmes espèces en France, en Belgique et à Mayence. M. Greppin m'ayant fait l'honneur de m'adresser ses fossiles pour les comparer aux nôtres, c'est sous ma responsabilité que ces identifications sont établies.

(1) *Hist. des progrès de la géol.*, t. II, p. 207 et 748.

(2) Élie de Beaumont, *Syst. de montagnes*, p. 561.

(3) On lira avec le plus vif intérêt, dans les *Archives des sciences physiques et naturelles* (août 1854), l'*Introduction à la flore tertiaire de la science*, par M. Oswald Heer.

(4) Dans ce tableau, cc signifie très commun; c, commun; ac, assez commun; ar, assez rare; r, rare; rr, très rare.

Numéros.	DÉSIGNATION DES ESPÈCES.	Sables de Fontainebleau.	Limbourg Brige.	Mayence.
1	<i>Italianassa</i> (côtes).	e	.	e
2	<i>Balanus</i> .	e	.	e
3	<i>Colyptra striatello</i> , Nyst.	e	e	
4	<i>Natica crassatina</i> , Desh.	e		
5	<i>Delphinula</i> .	r	e	
6	<i>Cerithium plicatum</i> , Brug.	ee	ee	ee
7	— <i>trochleare</i> (<i>C. conjunctum</i> , Desh.), Lamk.	ee	ee	ee
8	<i>Cassidaria Nystii</i> , Kyekx.	r	.	rr
9	<i>Buccinum Gossardi</i> , Nyst.	ee	ee	ee
10	<i>Chenopus Margeritai</i> , Desh.	r	e	r
11	<i>Panopea</i> , Desh.	ac		
12	<i>Tellina</i> , sp. inéd.	ee		
13	—, sp. inéd.	ee		
14	<i>Psammobia</i> .	r		
15	<i>Corbula subpisum</i> , d'Orb.	ee	ee	
16	<i>Cytherea</i> (voisine de la <i>C. lamigata</i> , d'Orb.).	ee	ee	
17	<i>Venus incrassata</i> , Sow.	ee	ee	ee
18	<i>Lucina striatula</i> , Nyst.	ee	ee	
19	— <i>tenuistriata</i> , Hébert.	.	e	
20	— <i>Heberti</i> , Desh.	ee		
21	<i>Cyprina rotundata</i> (<i>C. Nystii</i> , Hébert.), Ag.	.	ee	ee
22	<i>Arca</i> .	ar		
23	<i>Leda acuta</i> , Hébert.	ar		
24	<i>Ostrea longirostris</i> (<i>O. callifera</i> , Lamk.), Lamk. *	ee	.	ee
25	— <i>cyathula</i> , Lamk.	ee		

* L'examen d'un grand nombre d'échantillons de ces deux espèces de Lamarck me les fait réunir en une seule. L'*Ostrea callifera* est une variété de forme qui se produit lorsque la coquille s'est accrue, fixée par le crochet, perpendiculairement au plan de la petite valve.

De même que le rivage de la mer des faluns est limité par une ligne de trous de Pholades, percés dans les calcaires équivalant à ceux de la Beauce; de même aussi le rivage de la mer des sables de Fontainebleau est accusé par les perforations des calcaires jurassiques, auxquels vient s'adosser le dépôt marin de cette époque. Cette mer s'étendait ensuite dans la vallée du Rhin, et allait rejoindre le bassin parisien en faisant un long détour; mais je reviendrai tout à l'heure sur ce sujet.

Avant de passer aux assises plus anciennes que celles dont il vient d'être question, je dois dire qu'on remarquera, dans le mémoire de M. Greppin, une extrême conformité de caractères entre les trois membres de la série moyenne du terrain tertiaire à Délémont. Il n'existe entre eux aucune discordance; les changements accusés par

la succession des couches de diverse nature se sont opérés dans la plus parfaite tranquillité et par gradation. Aucune perturbation brusque n'apparaît aux yeux de l'observateur. On y reconnaît, au contraire, un ensemble de phénomènes appartenant à une même grande époque. Ces mêmes caractères se retrouvent dans les couches correspondantes des environs de Mayence.

Nous allons voir qu'il n'en est plus de même pour les couches les plus anciennes.

En effet, M. Greppin a constaté que les calcaires sableux jaunâtres de Develler, avec fossiles des sables de Fontainebleau, reposent sur les poudingues connus sous le nom de *nagelfluh jurassique*. Ce *nagelfluh* est classé depuis 1831, par M. Élie de Beaumont, dans le terrain tertiaire moyen (1). Formé de fragments de calcaires kimmériens ou coralliens, il peut être considéré comme la base des assises contemporaines des sables de Fontainebleau, ou comme la fin du système antérieur dont nous allons parler. Dans tous les cas, il atteste entre les deux époques une grande dénudation des couches jurassiques. Ici, il n'y a plus de passage, il y a saut brusque.

Le *nagelfluh* jurassique paraît à M. Greppin se rattacher davantage aux assises inférieures, c'est-à-dire au *terrain sidérolitique*. Dans une coupe prise près de Délémont, on voit, en effet, le *nagelfluh* en couches de 1 à 5 mètres, à différents niveaux, au milieu d'une masse considérable d'argiles jaunes, grises, vertes, ou rougeâtres, renfermant des blocs et des filons de gypse, et n'ayant pas moins de 150 mètres d'épaisseur.

Ce terrain sidérolitique avait été classé jusque dans ces derniers temps parmi les assises crétacées. Aujourd'hui c'est surtout aux recherches de M. Greppin que l'on doit d'être fixé sur l'âge de ces dépôts. Il y a découvert en effet des ossements de *Paleotherium*, et ces grands amas de marnes avec des couches et des filons de gypse se trouvent encore avoir avec notre système gypseux des environs de Paris cette autre analogie, de contenir les mêmes ossements de grands mammifères.

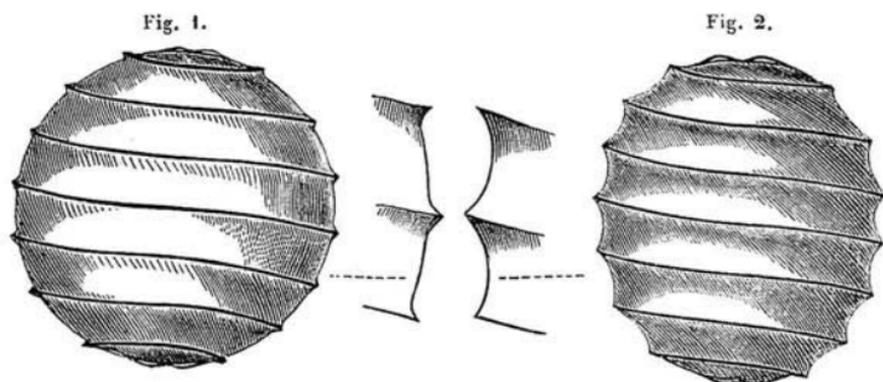
La position de ces marnes gypseuses à *Paleotherium* au-dessous de marnes marines avec les mêmes fossiles que l'on retrouve au sommet de Montmartre ne saurait laisser la moindre incertitude sur la conclusion que pose M. Greppin, que le terrain sidérolitique est du même âge que le gypse des environs de Paris (2).

(1) *Bull.*, 1^{re} sér., t. I, p. 487, 4831.

(2) M. Greppin semble, il est vrai, dans un passage de son mémoire, croire qu'il pourrait y avoir quelque rapport entre le *terrain*

Là ne s'arrête point l'intérêt des découvertes que je signale, car, si la géologie de cette petite contrée de la Suisse s'est trouvée éclairée par des rapprochements avec les assises depuis longtemps bien déter-

sidérolitique et les *lignites* du bassin de Paris. Cette hypothèse repose sur un malentendu. On trouve, en effet, dans ce terrain une espèce de *Chara* que M. Greppin dit avoir été déterminée par M. Heer comme étant le *Chara helicteres*, Ad. Br., des *lignites*. M. Greppin ayant eu l'obligeance de m'envoyer des exemplaires de ce fossile, j'ai constaté que c'est une espèce distincte de l'espèce de nos lignites ; ce qu'il est facile de vérifier à l'aide des figures ci-jointes.



On voit (fig. 1) une capsule de l'espèce si abondante dans nos lignites de la Champagne et du Soissonnais. La forme en est remarquablement sphérique ; les tours de spire, au nombre de huit, sont ornés d'une petite crête saillante résultant de la juxtaposition de petites arêtes très faibles qui bordent de chaque côté les valves spirales. La section de deux valves consécutives par un plan parallèle à l'axe de la capsule montre cette disposition dans cette crête ; sans cette crête la capsule serait une sphère parfaite. Ces caractères ont été vérifiés sur un grand nombre d'exemplaires, tous exactement conformes à celui qui est figuré ici. Il est vrai que cette figure ne ressemble aucunement à celle de la description géologique des environs de Paris (pl. XI, fig. 8) représentant un exemplaire venant de Pleurs (Aisne) (1), p. 368, et convenant aussi, d'après Al. Brongniart, p. 64, aux échantillons des environs d'Épernay.

D'autre part, il me semble bien que M. Heer a eu raison de rapporter l'espèce de Délémont au *Chara helicteres*, Ad. Br. ; mais le gisement de cette dernière étant incertain (2), on ne saurait en conclure qu'il y a des rapports d'âge entre le terrain sidérolitique et les

(1) Pleurs appartient au département de la Marne, et non à l'Aisne ; ce village se trouve à 10 kilomètres à l'E. de Sezanne, en pleine craie blanche.

(2) J'espère, grâce à l'obligeance de M. Ad. Brongniart, pouvoir retrouver le type de cette espèce.

minées du bassin de Paris, à son tour elle nous fournit des documents d'une extrême importance.

M. Gressly (1) a étudié avec soin le *terrain sidérolitique*; il en a cherché l'origine, et de ses recherches est résultée pour lui la conviction que ces dépôts étaient bien les produits d'épanchements analogues aux éruptions boueuses, de sources chaudes jaillissantes chargées d'oxyde de fer et de manganèse, de silice, d'alumine, de chaux, et d'acide sulfurique. Ces matériaux, après avoir pénétré et incrusté les crevasses, les fentes des roches environnantes se répandaient en éventail dans les dépressions du sol en déposant les brèches jurassiques, les sables, le fer, les argiles et les marnes. Or, M. Greppia décrit des faits qui s'adaptent admirablement à cette explication; il retrouve les cheminées avec leurs parois quelquefois silicifiées, les unes remplies encore d'argiles avec du gypse, du minerai de fer, d'autres donnant encore passage à des nappes d'eau assez considérables. Quant à l'âge de ce dépôt, il ne peut plus être douteux; car, si à Délémont même M. Greppin n'a encore trouvé qu'un *calcareum* de *Palcotherium*, c'est dans le même terrain, dans des fissures des calcaires kimmériens remplies de marnes et d'argiles mélangées à de la mine de fer et à des brèches calcaires que M. Cartier a recueilli, il y a quelques années, à Egerkinden, dans le canton de Soleure, les fossiles suivants :

- Palcotherium medium*, Cuv.
 — *magnum*. Cuv.
Anoplotherium commune, Cuv.
 — *gracile*, Cuv.
 Etc.

lignites du Soissonnais, puisque les deux espèces de *Chara*, sur lesquelles ces rapports ont été établis, sont essentiellement différentes.

J'ai représenté ici (fig. 2) un des exemplaires qui m'ont été donnés par M. Greppin; j'ai choisi l'un de ceux dont l'état de conservation m'a paru le meilleur, et qui pouvaient, en même temps, se rapprocher davantage de l'espèce des lignites. Mais beaucoup d'échantillons de Délémont, d'ailleurs de même forme que les autres, n'ont point de crête saillante, et alors ils se rapportent complètement à la figure donnée par M. Ad. Brongniart. Il m'a paru, toutefois, que cette différence provenait de l'usure.

Je donnerai à l'espèce du Soissonnais, décrite et figurée ci-dessus, le nom de *Chara Brongniarti*, heureux de pouvoir la dédier au savant dont les travaux ont jeté une si vive lumière sur l'histoire des végétaux fossiles.

(1) *Mém. de la Soc. helv. des sc. nat.*, vol. V, p. 245, 1841.

Et maintenant pour nous qui nous sommes souvent demandé d'où venait notre gypse (1), il est clair que l'origine est celle qu'indique M. Gressly ; seulement, moins heureux que lui, nous ne voyons pas autour de nous les cheminées qui l'ont amené. Il ne nous est pas donné, comme à Délémont, de voir des filons verticaux de cette substance traversant, de la base jusqu'au milieu, la masse des argiles sidérolitiques. Il est même certain que leur point de départ doit être à une assez grande distance du bassin où s'est effectué le dépôt. Il a bien fallu que les produits de ces éruptions boueuses fussent entraînés par des courants, pour qu'elles pussent recevoir la stratification si remarquablement régulière que l'on observe dans nos carrières, sur des étendues aussi considérables, tandis que rien de semblable n'existe à Délémont, dans le voisinage des sources, où tout devait se déposer dans un certain désordre, et c'est en effet ce que l'on observe. Mais, en Suisse, comme dans le bassin de Paris, comme aussi dans la Souabe, où M. le docteur Fraas a découvert en 1852 un assez grand nombre des espèces de mammifères de Montmartre, dans le minerai de fer oolitique de cette contrée, la destruction des *Paleotheriums* et des *Anoplotheriums* a été le résultat de courants puissants, probablement d'inondations déterminées par des phénomènes analogues à ceux que suppose M. Gressly.

En Suisse et en Souabe, les ossements se trouvent dans des amas ou des couches de faible épaisseur. Ils ne sont point disséminés indistinctement dans toute la masse argileuse ; à Paris, il en est à peu près de même : c'est dans certains bancs de gypse que les ossements se rencontrent en plus grande abondance. C'est donc surtout à certaines époques déterminées que le plus grand nombre de ces animaux a été détruit, et, si les phénomènes d'éjaculation ont duré longtemps, comme cela est probable, en raison de la multitude de couches différentes qui en sont résultées, on peut dire qu'ils ont été l'accompagnement de perturbations beaucoup plus énergiques et qui se sont fait sentir à de grandes distances et sur de vastes espaces. En un mot, l'époque du gypse à *Paleotherium*, qui sépare la période marine du calcaire grossier de celle des sables de Fontainebleau, représente, dans le nord de l'Europe une ligne de démarcation

(1) Plusieurs explications ont été proposées par M. Constant Prévost (*Documents pour l'histoire des terrains tertiaires*, p. 117, 1827). M. Fénéon (*Bull.*, 4^{re} sér., t. II, p. 435, 1832) regarde le gypse comme le produit de solfatares qui ont agi sur quelques points des bassins tertiaires, et ont converti en sulfate les bancs de carbonate de chaux.

aussi tranchée qu'aucune de celles qu'on puisse signaler pendant toute l'époque tertiaire entre deux assises consécutives. Remarquons en outre que ces phénomènes, et les mouvements du sol dont ils ont été la conséquence, ont déterminé l'arrivée de la mer dans des contrées où elle n'avait point encore pénétré pendant l'époque tertiaire, comme la grande vallée du Rhin, le Limbourg, la partie méridionale du bassin parisien, et que cette mer était peuplée d'animaux à peu près tous différents des premiers, et nous nous croirons suffisamment autorisé à conserver les divisions du terrain tertiaire telles que les a établies M. Élie de Beaumont, bien que depuis quelques années les géologues anglais se soient efforcés de faire prévaloir celles de M. Lyell, qui ne place dans sa division moyenne, ou dans son terrain *miocène*, que les faluns de Touraine. L'illustre auteur de ces noms si universellement employés, *éocène*, *miocène*, *pliocène*, a certainement le droit de demander qu'ils soient appliqués dans le sens qu'il leur a donné; mais alors il vaut mieux renoncer à ces dénominations, que de les voir maintenir dans la science avec deux acceptions différentes. C'est avec regret, en raison de leur commodité, que pour mon compte je me résigne à m'en passer, jusqu'à ce que l'accord soit établi sur ce point.

Pour rendre plus facile à saisir d'un coup d'œil combien était différente dans le nord de l'Europe la distribution des mers au milieu de la première partie de la période tertiaire et au commencement de la deuxième, j'ai essayé de tracer sur la carte ci-jointe (Pl. XVI), aussi exactement que l'état de la science le permet, les contours généraux de la mer des sables de Fontainebleau et ceux de la mer du calcaire grossier. Si l'on eût pris l'emplacement de la mer à la fin de la première période, c'est-à-dire à l'époque des sables de Beauchamp, la différence eût été plus grande encore.

Ce tracé, d'après les nombreuses découvertes accomplies dans ces dernières années, est devenu possible sur une étendue assez considérable.

En partant du bassin de Paris, la mer, dans laquelle se déposaient nos sables de Fontainebleau, devait nécessairement contourner l'Ardenne pour aller rejoindre le Limbourg belge; de là, elle devait se diriger à peu près par Dusseldorf, Osnabrück, contrées où se trouvent des couches de même âge. Puis, passant au nord de Harz, longeant le pied septentrional de ces montagnes, elle allait rejoindre la vallée du Rhin à Mayence, en occupant toute la région volcanique comprise entre Cassel au nord, et Francfort au sud.

Le relief de cette contrée, dû au soulèvement de la chaîne prin-

cipale des Alpes (1), n'est venu que plus tard interrompre la dépression qui joignait Mayence à Cassel. Comme d'un autre côté, l'ouverture du défilé du Bingerloch est postérieure au terrain tertiaire, il s'ensuit évidemment que la communication entre les divers gisements, qui sont aujourd'hui pour nous autant de témoins irrécusables de la présence de la mer en ces différents lieux à une même époque, n'a pu s'établir d'une autre manière. De Mayence, la mer se prolongeait au sud par toute la vallée du Rhin jusqu'au delà de Bâle, au pied du Jura bernois. Nous n'avons aujourd'hui aucune donnée qui puisse nous indiquer si ce prolongement était une communication entre deux mers, ou un simple golfe allongé. Jusqu'ici, à l'est et au sud de la région que nous venons de parcourir, on n'a encore signalé aucun dépôt appartenant à cette époque.

Pour nous faire quelque idée du contour du rivage septentrional de cette mer, dont nous venons de tracer le bord méridional, il faut se rappeler que le Boulonnais faisait alors partie de l'Angleterre, qui était peut-être reliée à la France par le prolongement du Cotentin, de la Bretagne et du Cornouailles. La portion de la Manche, comprise entre le Cotentin et le Boulonnais, avait déjà été précédemment deux fois un golfe : d'abord à l'époque de la craie supérieure (2), en second lieu, à l'époque du calcaire grossier. L'existence incontestable, à Rauville-la-Place, près Saint-Sauveur-le-Vicomte (Manche), et dans l'île de Wight, de couches marines, caractérisées par des fossiles de l'époque des sables de Fontainebleau, nous prouve que cette région est redevenue golfe une troisième fois à cette même époque. Alors le rivage septentrional de notre mer devait donc, dans la mer du Nord, laisser un peu à l'ouest les côtes de l'Angleterre, contourner la pointe du Boulonnais, se diriger à travers la Manche sur l'île de Wight, revenir au sud sur le Cotentin, pour de là aller regagner le bassin de Paris. Ici, pour continuer notre tracé, peut-être aurions-nous besoin de renseignements plus positifs ; toutefois, si nous considérons que l'on ne cite sur la surface de la Normandie aucun lambeau qui puisse être, sans contestation, rapporté aux sables de Fontainebleau, tandis que d'autres assises, comme les lignites du Soissonnais, par exemple, ont laissé çà et là, dans ce même pays, des traces de leur ancienne extension, nous serons amené à donner à la mer des sables de Fontainebleau, entre le Cotentin et le bassin de Paris, à peu près le même rivage que celui que nous avons dû adopter pour la craie

(1) Élie de Beaumont, *Syst. de mont.*, p. 568.

(2) Hébert, *Journal l'Institut*, n° 1003, année 1853, p. 400.

supérieure et pour le calcaire grossier, c'est-à-dire qu'en partant de l'embouchure de la Vire, ce rivage ira un peu, au delà de Dieppe, pénétrer dans le bassin de la Somme, contourner le pays de Bray, de manière à revenir à l'ouest jusqu'à la vallée de l'Épte, pour se diriger d'abord au sud, en passant par Vernon (1), puis à l'ouest, vers la vallée de la Loire.

On trouve, en effet, dans les environs du Mans, de la Flèche, et dans beaucoup d'autres points, des sables et des grès qui ont été jusqu'ici rapportés par tous les géologues aux sables de Fontainebleau, et alors la liaison avec le bassin de l'Aquitaine, où la faune de ces sables se trouve largement représentée dans les faluns de Gaas et d'autres localités, serait toute naturelle par la vallée de la Loire et l'emplacement actuel de l'Océan. Toutefois, je n'ai établi cette liaison qu'avec doute, des observations faites l'année dernière m'ayant donné à penser que le grès du Maine pouvait bien être plus ancien.

Je n'insiste pas sur le tracé général de la mer du calcaire grossier, dont il serait facile de justifier l'exactitude pour presque toutes les parties. Deux points sont encore incertains pour moi. Je crois, sans en être bien sûr, qu'elle n'a pas dépassé à l'ouest la ligne d'Evreux à Houdan; et la grande ressemblance des fossiles de Cambon (2), près Nantes, avec ceux du terrain tertiaire inférieur du Cotentin, est pour moi une grande probabilité que la mer du calcaire grossier parisien atteignait Nantes, en passant d'abord par le Cotentin. Il est probable que cette dernière communication se faisait par Rennes, où des dépôts analogues encore très peu connus ont été signalés (3). Cette mer rejoignait ensuite le bassin de l'Aquitaine, en longeant le revers occidental du massif primitif de la Vendée, et contournant l'extrémité des bandes jurassiques et crétacées de la Saintonge.

On peut actuellement se faire une idée de la circonscription des mers aux deux époques que je compare; et, si l'on réfléchit que les nombreuses variations de cette circonscription pendant toute la durée

(1) M. Élie de Beaumont (*Syst. de montagnes*, p. 474) signale dans cette région un relèvement N. S. qui a formé la limite occidentale du grès de Fontainebleau. Le calcaire grossier s'étend plus à l'O. jusque auprès de Louviers; il est antérieur à ce relèvement, qui dépend du *Système de Corse et de Sardaigne*.

(2) Quelques-uns de ces fossiles m'ont été communiqués par M. Cailliaud.

(3) Le tracé indiqué sur ma carte entre les régions comprises entre Nantes et le Cotentin doit être considéré comme purement arbitraire, et je ne m'en suis occupé que par le désir d'appeler l'attention des géologues sur cette question.

de la première période tertiaire, terminée par les dépôts des gypses à *Paleotherium*, se sont toutes effectuées, pour tout le nord de l'Europe, dans les limites du calcaire grossier, on sera nécessairement conduit à considérer les sables de Fontainebleau comme ne pouvant rentrer en aucune façon dans ce premier groupe naturel. Pendant cette première période, la mer s'avance du nord au sud, lentement, par petites étapes pour ainsi dire, s'arrêtant contre le versant septentrional de l'Ardenne à l'époque des *marnes heersiennes*, pénétrant un peu au delà du pied du Bray à l'époque des *sables de Bracheux*, et s'étendant alors dans toute cette moitié septentrionale du bassin parisien jusqu'à la pointe orientale de la montagne de Reims; puis, continuant ce mouvement vers le sud, elle amène les sables de Guise plus près de Paris, et s'étend à l'ouest jusqu'à Gisors. Enfin, le calcaire grossier dépasse au sud de quelques kilomètres seulement la latitude de Paris et atteint à l'ouest Louviers. Ce mouvement progressif est exactement le même en Angleterre. Les sables de Woolwich, qui représentent nos sables de Bracheux, s'arrêtent dans la vallée de la Tamise, les dépôts contemporains du calcaire grossier s'étendent jusqu'au Hampshire et à l'île de Wight, aussi bien que dans le Cotentin, et dans toute cette partie du bassin anglo-français il n'y a rien qui représente les dépôts véritablement marins du Soissonnais.

A partir du calcaire grossier, la mer se retire progressivement. Dans le bassin parisien les *sables de Beauchamp* rentrent, à peu de chose près, dans la circonscription des *sables de Guise*. Ils manquent complètement en Belgique et dans le Cotentin, mais ils subsistent dans le Hampshire et l'île de Whight, où les argiles de Barton en renferment en abondance les espèces les plus caractéristiques (1).

Enfin, cette première mer tertiaire manifeste encore son retour momentané dans le centre du bassin parisien par les *marnes à Pholadomyes* situées à la base du gypse, où nous retrouvons, et les mêmes fossiles en majorité que dans les sables de Beauchamp, et une semblable circonscription sur une moins grande superficie.

Les premières traces du séjour de la mer que nous rencontrons ensuite sont, immédiatement au-dessus du gypse et des marnes d'eau douce qui l'accompagnent, les *marnes à Cythérées* de Brongniart, marnes où abondent la *Cyrena convexa* (Brongn. sp.) Héb. et Rov.,

(1) Je regrette d'être sur ce point en désaccord avec des géologues anglais dont l'autorité est grande en pareille matière; mais les raisons de ma conviction sont tellement puissantes que je dois y persister. J'espère d'ailleurs trouver un jour le temps de traiter avec détail cette question.

le *Cerithium plicatum* Lamk, une Psammobie, etc., faune toute nouvelle pour le bassin de Paris, et qui s'observant dans le Limbourg, à Mayence, en Suisse, etc., caractérise la circonscription essentiellement différente que j'ai essayé de tracer sur ma carte, celle des *sables de Fontainebleau*.

Je sais bien que les adversaires de la ligne de démarcation que je cherche à confirmer peuvent dire que la mer des faluns était tout aussi différente de celle des sables de Fontainebleau que celle-ci l'était de la mer du calcaire grossier : cela peut être, et encore faudrait-il l'établir; mais mes arguments n'en seraient affaiblis en rien, en ce sens que la différence n'en existerait pas moins sous toutes les faces qui ont été signalées ci-dessus, et que par conséquent, quand on veut établir un groupe naturel pour la série inférieure des assises tertiaires, on ne peut pas songer à y comprendre les sables de Fontainebleau. Si l'on arrive à démontrer qu'au commencement de l'époque des faluns, de grands changements, comparables à ceux qui ont été signalés dans cette note, ont eu lieu, on pourrait peut-être opérer un nouveau démembrement, et faire quatre groupes au lieu de trois; mais, même alors, il me semble qu'on pourrait s'en tenir à la division actuellement adoptée en France, ces divisions conservant des caractères généraux distincts pour toute la partie de l'Europe que nous envisageons.

Le terrain tertiaire inférieur comprendrait des dépôts circonscrits dans un même bassin, formés en général de couches minces, nombreuses, très variables dans leur nature et leur origine, liés les uns aux autres par alternance, par passages insensibles. A cette époque, toute la partie de l'Europe située au nord des Alpes, à l'exception du bassin anglo-parisien, paraît avoir été étrangère à tout phénomène sédimentaire.

Au *terrain tertiaire moyen* correspondraient de puissants dépôts, répartis sur de vastes espaces, formés d'assises homogènes, peu nombreuses, très différentes. C'est, des trois époques tertiaires, celle où l'Europe a été le plus immergée sous les eaux de la mer ou de lacs immenses.

A l'époque du *terrain tertiaire supérieur*, au contraire, l'Europe est complètement émergée; elle prend à peu près sa forme actuelle; c'est seulement en effet sur les bords des rivages actuels des mers qu'on trouve les dépôts de cette période, aux pieds des Apennins, à Antibes, à Montpellier, dans le Cotentin, dans le Suffolk, à Anvers.

Si cela était nécessaire, il serait facile de démontrer que les affinités paléontologiques sont favorables à la thèse que je soutiens. Nos sables de Fontainebleau correspondent aux faluns de Gaas; ceux-ci

se lieut tellement avec ceux plus récents de Saucats et de Leognan, contemporains des faluns de Touraine, qu'aucun géologue n'a jamais été tenté de les placer dans la division inférieure du terrain tertiaire. Or, ils sont certainement au moins aussi anciens que les marnes marines de Montmartre. Mais, sans m'étendre pour le moment sur ce genre de démonstration, je terminerai par la réflexion suivante : C'est sur les analogies ou les différences entre les sédiments marins que les classifications géologiques doivent s'appuyer; aux plus grandes différences doivent correspondre les principales lignes de démarcation. Ces différences tiennent, le plus souvent, à ce que dans le lieu où on les observe, une lacune considérable existe entre les sédiments marins. Or, ces lacunes considérables sont, en général, comblées par de puissants dépôts terrestres ou lacustres qui se lient par alternances en haut et en bas avec les assises marines, et il n'y a aucune raison pour que la faune de ces formations lacustres ne soit pas la même à la fin de la première époque marine et au commencement de la deuxième, ou au moins qu'il n'y ait d'une assise à l'autre que de faibles variations, tandis qu'entre les deux formations marines, toutes les variations successives seront pour ainsi dire intégrées en une seule somme qui sera seule appréciable, et dont le résultat pourra être qu'il n'y ait plus une seule espèce commune. Aussi les animaux terrestres, lacustres ou d'eau douce, réunis en faunes successives, devront-ils, en général, donner une classification dans laquelle les lignes de démarcation ou de discontinuité maximum iraient précisément rencontrer les groupes établis sur les faunes marines, dans leur partie moyenne qui correspond au maximum de leur continuité. Cette remarque expliquera pourquoi je fais commencer le *terrain tertiaire moyen* aux *marnes à Cythérées* (*Cyrena convexa*, Brong., sp.), enveloppant ainsi dans ce groupe les *marnes vertes* et le *calcaire de Brie*, formations continentales comprises entre deux assises marines d'une même grande époque. Cette manière de voir est, d'ailleurs, conforme à la classification d'Alex. Brongniart, notre illustre maître, dont le livre a été toujours pour nous un guide si précieux.

M. Bayle fait la communication suivante :

Observations sur la structure des coquilles des Hippurites, suivies de quelques remarques sur les Radiolites, par M. Émile Bayle.

Les curieux animaux qui ont été répartis dans les genres *Hippurites* et *Radiolites* ont depuis bien longtemps attiré l'attention

des naturalistes. Tour à tour rapprochés ou séparés les uns des autres, les mollusques qui composent ces deux genres ont été successivement considérés comme des *Céphalopodes*, des *Acéphalés lamellibranches* ou des *Brachiopodes*. On a même cru qu'ils devaient former une classe intermédiaire entre les *Lamellibranches* et les *Tuniciers*.

L'incertitude dans laquelle on a été pendant longtemps sur l'organisation de ces singuliers animaux, et par conséquent sur la place qu'ils devaient occuper dans la série naturelle des êtres, tenait principalement à ce que les caractères internes de leurs coquilles sont restés jusqu'à ces derniers temps à peu près complètement inconnus. On ignorait quelle était la structure du test, si ces coquilles avaient une charnière, un ligament, et si l'animal était pourvu de muscles pour en mouvoir les valves, caractères dont la découverte aurait sans doute fait évanouir bien des doutes sur la véritable organisation de ces mollusques.

Rien n'est plus difficile, en effet, que d'obtenir les coquilles des *Hippurites* et des *Radiolites* dans un état tel qu'on puisse facilement en observer tous les caractères internes. Souvent les sédiments qui remplissent l'intérieur de ces coquilles ont acquis une grande dureté. Quand on veut séparer les deux valves l'une de l'autre, l'énorme charnière de la valve supérieure reste engagée dans l'autre, et il est alors presque impossible de l'en retirer. On rencontre cependant ces coquilles dans des terrains composés de couches calcaires très friables, mais bien souvent leur test a subi une altération qui ne permet pas d'en étudier l'intérieur. Cette altération a été produite par un phénomène très singulier de la fossilisation. Des eaux chargées de principes dissolvants ont réagi d'une manière très différente sur les deux parties qui composent le test des coquilles des *Radiolites*. Pendant que les couches externes sont demeurées sans altération, les couches internes, au contraire, ont été dissoutes en tout ou en partie, et ont laissé alors un espace vide entre les premières et la surface extérieure du noyau sédimentaire qui occupe dans l'intérieur de la coquille la place primitivement réservée à l'animal. Dans ce cas, les caractères internes deviennent fort difficiles à apprécier. Aussi a-t-on pensé pendant longtemps que le test des coquilles des *Radiolites* n'était formé que des couches externes seulement, et, pour s'expliquer l'existence de l'espace vide qu'on observait dans l'intérieur entre leur surface et le noyau, on avait recours aux hypothèses les plus singulières. Bien plus, ce noyau interne fut considéré par Lamarck

comme devant former un genre particulier, et fut désigné par ce savant célèbre sous le nom de *Birostrite*.

Cependant, en 1831, M. Deshayes donna le premier, dans l'*Encyclopédie méthodique*, l'explication de cette particularité qu'offrent certaines espèces de *Radiolites* de présenter un birostre dans l'intérieur de leur coquille, en démontrant que ce birostre n'était autre chose que le moule intérieur d'une coquille qui avait perdu les couches vitreuses internes de son test; il acquit de plus, par l'examen de ces moules, la preuve que les *Radiolites* avaient deux muscles dont les attaches, très saillantes dans la valve supérieure, étaient au contraire superficielles dans l'autre, et qu'elles avaient aussi une charnière remarquablement développée. Toutes ces découvertes conduisirent alors M. Deshayes à considérer les *Radiolites* comme de véritables *Mollusques acéphales*, et à les placer parmi les *Conchyfères dymiaires* de Lamarck, entre les *Cames* et les *Éthéries*.

L'opinion de M. Deshayes fut adoptée par la plupart des naturalistes qui depuis cette époque se livrèrent à l'étude des *Radiolites*. Cependant Goldfuss, et après lui MM. d'Orbigny et Pictet, ont proposé une nouvelle classification pour ces animaux. Ces savants pensent que, bien loin d'être voisins des *Cames* et des *Éthéries*, les *Hippurites* et les *Radiolites* se rapprochent au contraire des *Thécidées*, et doivent constituer dans la classe des *Brachiopodes* un ordre particulier composé de *Brachiopodes dépourvus de bras*. L'auteur de la *Paléontologie française* en particulier a développé toutes les raisons qui l'ont conduit à adopter ces principes dans le quatrième volume de son grand ouvrage, où il donne la description d'un grand nombre d'espèces nouvelles d'*Hippurites* et des *Radiolites* (1).

Quand on voit des naturalistes illustres tels que Cuvier et Lamarck, et des savants aussi distingués que M. Deshayes, Charles Des Moulins, Rolland du Roquan, Goldfuss, Alcide d'Orbigny et Pictet, émettre, au sujet de la classification des *Radiolites* et des *Hippurites*, des opinions aussi contradictoires que celles que nous venons de signaler, on est naturellement conduit à se demander si l'organisation de ces animaux avait été suffisamment bien connue des naturalistes qui les ont étudiés. Or, quand on lit tous les mémoires écrits sur ce sujet, et qu'on examine attentivement

(1) D'Orb., *Paléont. française, terrains crétacés*, vol. IV, p. 243 et suivantes.

toutes les figures dont ils sont accompagnés, on ne tarde pas à acquérir la preuve que les caractères internes des coquilles de presque toutes les espèces de *Radiolites*, et surtout de celles des *Hippurites*, ont été tout à fait inconnus ou très imparfaitement connus des naturalistes dont nous venons de parler.

Cependant, en 1849, M. Samann (1) décrivit d'une manière assez satisfaisante la structure interne de la coquille d'une espèce du genre *Hippurites*, l'*H. cornu-vaccinum* (Bronn), provenant de la craie des Martigues, et plus récemment M. Woodward (2) a publié sur les *Hippurites* un travail dans lequel il fait connaître d'une manière bien plus complète encore que ne l'avait fait M. Samann l'organisation d'une autre espèce, l'*Hippurites radiosus* (Desn.) de la craie du Périgord.

Malgré tant de travaux estimables, l'organisation des *Radiolites*, et surtout celles des *Hippurites*, m'a semblé être encore assez imparfaitement connue pour nécessiter de nouvelles études. Je me suis donc proposé d'entreprendre un travail de ce genre, en m'aidant des nombreux matériaux réunis à l'École des mines, au Muséum d'histoire naturelle, et dans les riches collections que M. Deshayes et d'Archiac se sont empressés de mettre à ma disposition. Jusqu'à présent, j'ai plus spécialement étudié la structure des coquilles des *Hippurites* et de quelques *Radiolites*, et les résultats auxquels je suis arrivé m'ayant paru être de nature à offrir quelque intérêt aux naturalistes, je demanderai à la Société la permission de les lui faire connaître.

Ce travail sera divisé en trois parties. La première comprendra mes observations sur les *Hippurites*; dans la seconde, je ferai quelques remarques sur les *Radiolites*; enfin, dans la troisième, je comparerai les deux genres entre eux, et je chercherai à déterminer la place qu'ils doivent, suivant moi, occuper parmi les mollusques.

I. Observations sur les *Hippurites*.

Les *Hippurites*, dont j'ai pu étudier tous les caractères internes, ont été découvertes par M. Coquand dans les assises les plus supérieures du terrain crétacé du département de la Charente; elles

(1) *Bulletin des séances de la Soc. géolog. de France*, 2^e série, vol. VI, p. 280.

(2) *Quarterly Journal of the geological Society of London*, for february 1845, p. 43.

appartiennent à l'espèce que M. Charles Des Moulins a désignée sous le nom d'*H. radiosus*. Cette coquille remarquable forme des bancs souvent assez étendus, dans lesquels un certain nombre d'individus de tout âge, accolés les uns aux autres par une portion de leur valve inférieure, constituent des groupes indépendants les uns des autres. L'assise qui renferme ces groupes a été démodée dans un grand nombre de points du département; dans d'autres, elle est recouverte par des dépôts tertiaires; presque toujours, elle est formée de marnes dures ou de calcaires friables dans lesquels les *Hippurites* sont tellement engagées qu'il est souvent impossible de les détacher de la roche. Cependant dans d'autres points l'assise se compose de marnes tendres, et alors on peut en retirer des *Hippurites* avec les deux valves et d'une conservation parfaite. M. Clément ayant généreusement offert, à l'École des mines, plusieurs centaines d'individus de tous les âges, découverts dans un gîte de cette nature, j'ai été assez heureux pour réussir à isoler les deux valves et à en voir tous les caractères intérieurs. Je décrirai successivement l'une et l'autre valve.

Valve inférieure. — La valve inférieure a la forme d'un cône plus ou moins allongé, suivant le degré de développement des individus; elle est ornée extérieurement de côtes longitudinales, aiguës, assez rapprochées les unes des autres, et au point où ces côtes viennent se croiser avec les lamelles d'accroissement, naissent des aspérités plus ou moins saillantes qui rendent toute la surface extérieure de la coquille remarquablement épineuse. Trois sillons longitudinaux, voisins les uns des autres, dont deux sont plus profondément creusés que le troisième, s'observent depuis le sommet jusqu'au bord de la valve.

Le test est formé de deux séries de lamelles qui sont secrétées par des portions différentes du manteau du mollusque; on les distingue fort bien dans toutes les coupes longitudinales (Pl. XVII et XIX, fig. 3, 4 et 9) de la coquille. Les premières, externes, superposées les unes aux autres dans toute la hauteur de la valve, ont été successivement déposées par le bord du manteau sur tout le pourtour de l'ouverture à mesure que l'animal construisait sa coquille. La surface extérieure de la lamelle qui forme le bord de l'ouverture est ornée de nombreux sillons diversement ramifiés qui démontrent l'existence d'un système de filaments ou de franges très compliqués au pourtour du manteau de l'animal. Les couches externes du test sont les analogues des lames extérieures que l'on observe dans les coquilles de tous les *Acéphalés lamellibranches*. Les secondes, internes, d'une contexture différente de celle des

premières, sont formées par le dépôt vitreux ; elles ont été secrétées par la surface entière du manteau et revêtent tout l'intérieur de la valve. Les lames du dépôt vitreux ne sont pas juxtaposées dans toute l'étendue de leur surface. Au sommet de la coquille, elles laissent entre elles des espaces vides constituant des espèces de loges irrégulières, empilées les unes sur les autres dans la plus grande portion de la longueur de la valve, de sorte qu'il ne reste plus pour recevoir l'animal qu'une cavité assez petite comparativement à la grandeur de la coquille. La disposition de ces loges n'offre aucune espèce de régularité. L'animal abandonnait tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, une certaine étendue de sa coquille en soulevant son manteau d'une manière très inégale, et alors la portion du manteau ainsi déplacée secrétait une lame de tissu vitreux qui laissait derrière elle une loge plus ou moins irrégulière. Cette structure est entièrement comparable à celle de certaines espèces d'*Huitres* et principalement des *Éthéries* ; on sait, en effet, que dans ces dernières coquilles, le dépôt vitreux interne est composé de feuilletés très irrégulièrement distincts les uns des autres dans quelques parties des valves.

L'existence des loges intérieures qui occupent l'extrémité de la valve inférieure des *Hippurites* avait conduit certains naturalistes à placer ces mollusques dans la classe des céphalopodes, mais il est évident que ces cavités irrégulières n'ont rien de comparable avec les loges aériennes si régulièrement empilées et toujours traversées par un siphon qui existent dans les coquilles des mollusques de cette dernière classe.

L'intérieur de la valve montre trois crêtes saillantes (A, B, C, fig. 2) qui descendent du bord de l'ouverture dans toute la longueur de la coquille. Ces trois crêtes, formées par le dépôt vitreux, correspondent aux trois sillons externes du test. L'une de ces crêtes (A), que nous appellerons l'*arête cardinale* à cause de la position qu'elle occupe par rapport à la charnière, la plus mince et la moins saillante des trois, occupe le milieu du bord cardinal ; elle paraît en quelque sorte avoir été le point de départ pour le développement de la coquille ; on voit qu'elle est formée par deux lames de tissu vitreux juxtaposées l'une à l'autre, et qu'elle a dû être produite par une portion du manteau repliée sur elle-même en ce point.

Les deux autres crêtes sont plus saillantes et beaucoup plus larges que l'arête cardinale ; nous les appellerons les *pilliers*. Le premier (B, fig. 2), voisin de l'arête cardinale, est environ deux fois moins saillant dans l'intérieur de la coquille que le second (C).

La structure des piliers est analogue à celle de l'arête cardinale ; ils résultent de la juxtaposition de lamelles de dépôt vitreux sécrétées par une portion du manteau repliée sur elle-même.

L'arête cardinale et les deux piliers se rencontrent dans toutes les *Hippurites*, mais la saillie que font ces trois crêtes dans l'intérieur des valves, les distances qui les séparent les unes des autres, varient suivant les espèces. Les sillons extérieurs qui correspondent aux deux piliers existent aussi dans toutes les espèces, tandis que celui qui est en rapport avec l'arête cardinale, plus ou moins marqué dans les unes, s'efface entièrement dans d'autres, par exemple dans l'*Hippurites bioculatus*, Lamk.

Les intervalles qui séparent les crêtes internes des *Hippurites*, et principalement les deux piliers, ont été considérés par plusieurs naturalistes comme étant destinés à recevoir des attaches musculaires, mais l'observation démontre qu'il est loin d'en être ainsi.

La valve inférieure présente, en effet, deux impressions musculaires (D, E) fort rapprochées, mais cependant très nettement séparées l'une de l'autre ; elles sont placées transversalement par rapport à l'arête cardinale, sur le bord de la valve qui est en regard des deux piliers. La coquille étant souvent très épaisse de ce côté, il en résulte que la surface qui porte les deux attaches musculaires est extrêmement oblique à l'axe de la valve, tandis que la paroi opposée est sensiblement parallèle à cet axe. L'obliquité de cette surface varie toutefois beaucoup suivant le degré de développement des individus. Ces deux impressions musculaires correspondent à deux muscles adducteurs distincts l'un de l'autre, et qui sont les seuls par lesquels l'animal était fixé à sa coquille. Aucune autre région de la surface interne de cette valve ne m'a offert la moindre trace d'impression musculaire dans plusieurs centaines d'individus que j'ai pu examiner. Je suis donc autorisé à en conclure que les *Hippurites* n'avaient que deux muscles adducteurs de leurs valves, mais que ces muscles, au lieu d'occuper aux deux extrémités de la région cardinale, l'un le bord antérieur et l'autre le bord postérieur de la coquille, comme on peut l'observer dans les *Acéphalès lamellibranches*, se sont rapprochés l'un de l'autre, comme si le muscle adducteur postérieur, par exemple, abandonnant la surface sur laquelle il s'insère habituellement, était venu se placer à côté de l'adducteur antérieur pour que l'action de leurs fibres soit concentrée en un seul point de la coquille. Pour ne pas exposer le lecteur à prendre dans la suite de cette notice l'un des muscles pour l'autre, j'appellerai *muscle adducteur antérieur* celui dont l'attache (D, fig. 2) est la plus rap-

prochéc de l'arête cardinale ; le second muscle sera alors l'*adducteur postérieur*.

L'intérieur de la valve inférieure de notre *Hippurite* montre en outre une charnière assez compliquée, composée de trois fossettes déterminées par la présence d'une cloison transversale dont je vais chercher à faire comprendre la position.

Cette cloison (fig. 2, *m*, *m'*) naît de la partie antérieure du premier pilier ; elle s'avance d'abord dans l'intérieur de la valve en suivant la direction de ce pilier. Quand elle est parvenue à peu près en face du second, elle se contourne sur elle-même et se dirige vers l'*arête cardinale*. Après s'être mise en contact avec cette arête, elle s'en éloigne de nouveau pour aller rejoindre (en *m'*) la surface de la coquille vers le point où les deux muscles sont séparés l'un de l'autre et à la base de l'*adducteur antérieur* (D). Au point de contact de l'*arête cardinale* avec la cloison, il se détache de cette dernière deux lames minces (*p* et *o*) laissant un espace très étroit compris entre elles et la surface de la coquille ; quelquefois même l'une d'elles (*o*), ou toutes les deux (*o* et *p*), s'appliquent contre cette surface.

Une seconde cloison (*n*) s'interpose encore entre la grande cloison transversale (*m*, *m'*) et le bord de la valve, dans une direction parallèle à celle du premier pilier. Ces cloisons détachent donc de la grande cavité que présente la valve trois autres cavités beaucoup plus petites : la première située entre l'*arête cardinale* et la base du muscle *adducteur antérieur*, et les deux autres entre cette même crête et le premier pilier. Ces trois cavités, destinées à recevoir les trois longues dents cardinales de la valve supérieure, représentent les trois fossettes de la charnière.

Valve supérieure. Quand on cherche à séparer par un coup de marteau les deux valves d'une *Hippurite*, on remarque toujours dans la valve supérieure une cassure fraîche, en forme de fer à cheval, qui témoigne qu'une partie de cette valve est restée engagée dans les marnes qui remplissent la seconde. Pour obtenir une valve supérieure complète, j'ai alors eu recours à un procédé qui m'a réussi parfaitement : ayant choisi un individu avec ses deux valves, j'ai usé, détruit avec précaution, à l'aide de burins de diverses formes, toute la valve inférieure, et je suis parvenu à préparer ainsi une valve supérieure complète, portant toutes ses apophyses, et dont la conservation ne laissait rien à désirer. Cette pièce remarquable, et jusqu'à présent unique, a été représentée par les figures 5, 6 et 7 des planches qui accompagnent ce mémoire.

La valve supérieure est plane ou légèrement convexe, à sommet presque central; on y remarque deux ouvertures ellipsoïdales qui correspondent aux extrémités des deux piliers; mais ces deux *oscules* n'entament pas le bord de la coquille; les couches externes du test se rejoignent en ce point. J'ai rencontré les deux *oscules* dans tous les individus dont j'ai pu observer la valve supérieure; mais ils sont toutefois proportionnellement beaucoup plus ouverts dans les jeunes que dans les adultes. La surface externe du test est criblée de petites ouvertures dont on reparlera un peu plus loin. Le test est formé des deux séries de lamelles qu'on observe dans la valve inférieure, les lamelles externes déposées par le bord du manteau, et les feuilletts internes de tissu vitreux que sécrète la surface tout entière de cet organe; mais les loges irrégulières que ces feuilletts laissent entre eux au sommet de la valve inférieure ne se rencontrent pas dans la valve supérieure. Les couches internes du dépôt nacré contournent le bord des *oscules* et n'obstruent jamais ces ouvertures, même lorsque les couches externes du test les ont en partie recouvertes.

Une *arête cardinale*, formée par la juxtaposition de deux lames du dépôt vitreux, joue dans cette valve le même rôle que la crête correspondante de la valve inférieure; elle fait (Pl. XVIII, A, fig. 8) une saillie très prononcée.

Les deux impressions musculaires ne sont plus superficielles, comme celles de l'autre valve, mais portées sur une apophyse très saillante placée transversalement par rapport à l'arête cardinale (*d*, *e*, fig. 7; *d*, fig. 5). Cette apophyse est creusée en outre, du côté opposé aux deux attaches musculaires, d'une profonde cavité (*M*, fig. 6 et 8) irrégulièrement conique, qui répond à la grande cavité qu'occupe une portion de l'animal dans l'autre valve; la profondeur de cette cavité est telle que l'apophyse n'adhère à la surface interne de la valve que par une base très amincie, circonstance qui contribue à laisser cette apophyse engagée dans la valve inférieure lorsqu'on cherche à ouvrir la coquille.

La surface des deux impressions musculaires (*d*, *e*, fig. 7), et surtout celle (*e*) du muscle adducteur postérieur, sont convexes et divisées en plusieurs lobes par de petites rides transversales; l'intervalle qui sépare ces deux attaches est encore plus nettement accusé que dans la valve inférieure. La saillie de l'apophyse est telle qu'il ne reste qu'un espace de quelques millimètres entre les attaches musculaires des deux valves lorsque la coquille est fermée; cette disposition avait pour but d'augmenter la puissance des muscles en diminuant la longueur de leurs fibres, tandis que leur

action eût été bien moins énergique si, cette apophyse n'existait pas, les muscles eussent été obligés de s'allonger d'une valve à l'autre, en suivant un plan aussi incliné que celui que présente la cavité intérieure de la grande valve.

A la base de l'impression du muscle adducteur antérieur, l'apophyse se prolonge en une longue dent (F, fig. 5, 6 et 7), dont l'axe suit une direction perpendiculaire au plan de la valve. Cette première dent cardinale a la forme d'une pyramide dont les trois faces portent des rugosités disposées d'une manière telle qu'elles ne peuvent empêcher la dent de glisser dans la fossette de la valve inférieure; la rectitude de l'axe de cette longue dent, sa position rapprochée du premier muscle adducteur, prouvent qu'elle était plus spécialement destinée à guider la valve supérieure dans son mouvement ascensionnel, lorsque la coquille s'ouvrait. Je désignerai désormais cette dent sous le nom de *première dent cardinale*.

Une seconde apophyse, liée par sa base à la première et située de l'autre côté de l'arête cardinale, porte deux autres dents (G, H, fig. 5 et 6) : la première (G), qui sera pour moi la *seconde dent cardinale*, a la forme d'une pyramide triangulaire, dont les deux faces latérales sont très développées, tandis que la face antérieure est beaucoup plus petite; sa direction est telle que la plus grande des trois faces de la pyramide s'appuie, dans la fossette correspondante, contre la lamelle (o, fig. 2) de la cloison qui est adossée à la paroi de la valve. Cette dent est assez étroitement logée dans son alvéole; elle ne peut qu'y glisser dans le sens de sa longueur. Dans plusieurs *Hippurites*, j'ai trouvé cette dent adhérente par l'une ou l'autre de ses faces aux parois de la fossette; mais cette adhérence n'est qu'accidentelle : elle a été produite par de la chaux carbonatée qui s'est infiltrée et a cristallisé dans la coquille. Il m'a été souvent très difficile de séparer dans ce cas la dent de l'alvéole. C'est très probablement cette circonstance qui a inspiré à un naturaliste l'idée assez singulière que, chez les *Hippurites*, les dents finissaient par se souder avec leurs fossettes quand ces animaux avaient atteint une certaine époque de leur développement, ce qu'on pouvait d'ailleurs, *à priori*, considérer comme impossible d'après le rôle que les dents cardinales sont destinées à jouer.

La troisième dent cardinale (H, fig. 5, 6 et 9), voisine de la seconde, est très aplatie latéralement : elle est plus large que la seconde, et son extrémité libre présente un contour bien plus arrondi; elle est aussi beaucoup plus largement logée dans son alvéole, ainsi qu'on peut s'en assurer en examinant la figure (g);

la saillie que font les deux dents dans la coquille est environ deux fois moindre que celle de la première dent cardinale.

La surface de la troisième dent cardinale est sillonnée de quelques stries irrégulières dont la présence a fait croire à M. Woodward que cette dent était l'apophyse d'insertion d'un muscle adducteur presque rudimentaire, tandis que les deux impressions musculaires (*c*, *d*) sont regardées par le même naturaliste comme appartenant à un seul muscle, qui aurait acquis un très grand développement. Or, sur plus de cent exemplaires que j'ai examinés, je n'ai jamais pu découvrir la moindre trace de l'attache de ce prétendu muscle; d'ailleurs, des stries du même genre s'observent sur les deux autres dents cardinales: elles sont très marquées dans certains individus et manquent entièrement chez d'autres; si la troisième dent cardinale était une apophyse d'insertion, il faudrait donc attribuer un rôle semblable aux deux autres, ce qui est d'autant plus impossible que les fossettes n'offrent pas la moindre trace de ces stries.

La surface intérieure de cette valve présente un repli (K, fig. 8) assez prononcé, situé entre les deux oscules, et qui vient se loger dans le canal formé par les deux piliers.

Derrière la charnière, et de chaque côté de l'arête cardinale, sont deux cavités (*i*, *i*, fig. 5 et 8) assez profondes, revêtues par le dépôt nacré qui tapisse tout l'intérieur de la valve.

J'ai jusqu'à présent démontré, chez les *Hippurites*, l'existence de deux muscles adducteurs des valves et d'une puissante charnière; il reste à savoir maintenant s'il y avait un ligament. M. Sæmann ne le pense pas; mais M. Deshayes exprime une opinion contraire. « On ne peut, dit ce savant naturaliste (1), supposer un animal *acéphalé dymiaire*, dépourvu d'un ligament, dépourvu du seul organe capable d'entrer en antagonisme avec les muscles qui servent à rapprocher les valves; car, si le ligament n'existait pas, les muscles une fois contractés et les valves se trouvant rapprochées, elles ne pourraient plus s'ouvrir et l'animal mourrait. L'expérience est facile: si on laisse périr les huîtres lorsque les fibres musculaires se distendent, l'action du ligament suffit pour faire écarter les valves, tandis que, si l'on vient à couper le ligament sans blesser l'animal, il périra aussi; mais ses valves ne pourront plus s'entre-bâiller, les fibres musculaires perdront toute leur action et les valves resteront rapprochées. Il

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*; 2^e sér., t. VI, p. 286.

« faut donc de toute nécessité admettre la présence d'un ligament » dans la coquille d'un animal mollusque appartenant à la classe » des Acéphalés à deux muscles. »

Je reconnais avec M. Deshayes que, dans tous les mollusques acéphalés qui ont deux muscles et un ligament, le jeu seul des muscles ne pourrait produire l'entre-bâillement des valves, et qu'il faut de toute nécessité que leur action se combine avec celle du ligament pour ouvrir et fermer la coquille; mais comment s'opère le mouvement des valves dans certains mollusques dyniaires, les *pholades* par exemple, chez lesquels le ligament manque complètement et qui cependant peuvent mouvoir les deux valves de leur coquille? La question relative aux *Hippurites* n'est donc pas d'admettre, *à priori*, que ces animaux devaient nécessairement avoir un ligament, mais de rechercher s'ils possédaient un semblable organe. Or, je partage entièrement l'opinion de M. Sæmann: nulle part, dans l'une et l'autre valve, je n'ai pu parvenir à découvrir la place qu'aurait occupée un ligament, et il me paraît difficile de supposer que, lorsque les muscles ont laissé des impressions si prononcées, les fibres du ligament n'auraient pas, elles aussi, marqué leur empreinte dans la fossette que cet organe aurait occupée. Je crois donc que les deux profondes cavités (*i, i*) qui se remarquent dans la valve supérieure, derrière la charnière et de chaque côté de l'arête cardinale, n'étaient pas destinées à recevoir un ligament, car elles sont revêtues d'une couche de dépôt vitreux, lisse, sur laquelle je n'ai pas pu apercevoir la moindre surface pour l'insertion de fibres quelconques. Un organe glandulaire du mollusque était probablement logé dans ces cavités.

L'animal soulevait la valve supérieure au moyen de son manteau, de ses puissants muscles, et les longues dents qui composent la charnière servaient, par leur glissement dans les fossettes de la valve opposée, à diriger le sens de ce mouvement; il est même probable que la longueur et la rectitude de la première dent cardinale n'avaient d'autre but que celui de rendre ce mouvement encore plus facile.

L'absence d'un ligament et la position de l'énorme appareil cardinal ne sont pas les circonstances les moins curieuses que présente l'organisation de ces singuliers mollusques. Cette charnière est, en effet, construite sur un plan qui n'est pas habituel aux mollusques acéphalés. Au lieu d'occuper le bord cardinal lui-même, elle s'est placée dans l'intérieur de la valve, en arrière de ce repli du manteau qui a produit l'arête cardinale, comme si le manteau, devant occuper toute l'étendue de l'ouverture, s'était

replié sur lui-même en ce point, et avait chassé devant lui la charnière dans l'intérieur de la coquille.

Il n'est pas nécessaire de faire remarquer que les trois longues dents des *Hippurites* ne peuvent en aucune façon être assimilées aux apophyses internes des *Térébratules* et des autres *Brachiopodes*, ainsi que l'ont pensé les naturalistes qui veulent classer les *Hippurites* parmi ces derniers mollusques. Les apophyses des *Brachiopodes* sont destinées à servir de support aux appendices ciliés qui entourent la bouche. Placées symétriquement dans la valve dorsale, elles ne pénètrent jamais dans des fossettes de la valve opposée; elles n'ont donc aucune analogie avec les apophyses non symétriques des *Hippurites* qui jouent le rôle de véritables dents cardinales.

On a déjà dit plus haut que la surface extérieure de la valve supérieure de cette *Hippurite* (fig. 1) était criblée de petites ouvertures. Ces pores communiquent avec des canaux creusés dans l'épaisseur du test, dont la direction est indiquée par la saillie qu'ils font sur la surface de la coquille; ils partent du sommet de la valve, et vont, en se bifurquant une ou deux fois, s'ouvrir sur tout le contour du bord interne, au point de jonction des couches externes avec celles du dépôt vitreux. Ils ont été produits par des appendices charnus dépendant des bords du manteau, et qui, très probablement, ne pénétraient dans ces canaux qu'à une assez petite distance de leur ouverture. Ces appendices étaient entièrement comparables aux franges de toute nature, aux filaments qui ornent le bord du manteau d'un grand nombre de mollusques lamelibranches, tels que les *Peignes*, les *Limes*, par exemple. M. d'Orbigny a comparé la structure de cette valve à celle de la coquille des *Brachiopodes* qui ont le test perforé, et c'est l'un des principaux arguments dont il s'est servi pour placer les *Hippurites* dans cette classe de mollusques. Or il est facile de voir que rien n'est moins analogue que ces deux modes de structure. Dans les coquilles des *Brachiopodes* qui ont le test perforé, les pores pénètrent directement de la surface externe à la surface interne de la valve, et ce sont des productions de toute la surface extérieure du manteau qui pénètrent dans leur intérieur, tandis que dans les *Hippurites*, la couche de tissu nacré qui revêt l'intérieur de la valve n'est perforée en aucun point de sa surface, les canaux ne s'ouvrent que sur le bord de la coquille, et ne peuvent être en rapport qu'avec des appendices dépendant des bords du manteau. Les canaux et les pores jouent donc un rôle tout différent dans les *Hippurites* et les *Brachiopodes*. D'ailleurs, chez ces derniers, si

quelques espèces ont des coquilles à test perforé, dans le plus grand nombre il ne l'est pas. On peut donc admettre que pareillement, parmi les *Lamellibranches*, les coquilles des *Hippurites* peuvent présenter une structure que celles des autres animaux de cette classe n'offrent pas.

L'*Hippurites radiosus* est donc une coquille bivalve dont on peut résumer les caractères intérieurs de la manière suivante. La valve inférieure présente extérieurement trois sillons longitudinaux très prononcés; la supérieure deux oscules, et elle a sa surface perforée. A l'intérieur, on voit deux piliers longitudinaux dans la valve inférieure correspondant aux deux oscules de la supérieure, une arête cardinale dans les deux valves; deux impressions musculaires rapprochées l'une de l'autre, superficielles dans la valve inférieure, et situées à côté de l'arête cardinale sur le bord opposé aux deux piliers, mais portées par une apophyse saillante dans la valve supérieure. La charnière est composée dans la valve supérieure de trois énormes dents cardinales: l'une longue et droite à la base du premier muscle; les deux autres situées de l'autre côté de l'arête cardinale, et dans la valve inférieure de trois alvéoles profondes pour recevoir ces dents.

Dans toutes les espèces du genre *Hippurites*, on observe pareillement une arête cardinale, les deux piliers, les deux impressions musculaires rapprochées l'une de l'autre, les trois dents cardinales, les pores et les canaux de la valve supérieure. Mais ces divers éléments offrent, d'une espèce à l'autre, des variations qui fournissent de bons caractères spécifiques. Je vais faire connaître quelques observations que j'ai pu faire sur ce sujet.

Dans toutes les espèces d'*Hippurites*, les deux sillons longitudinaux externes correspondant aux deux piliers sont plus ou moins marqués; le troisième sillon peut être distingué chez les *Hippurites cornu-vaccinum* (Bronn), *canaliculatus* (Roll.), *sulcatus* (Defr.), *organisans* (Des.), *Requieni* (Math.), et *Toucasii* (d'Orb.), mais il manque dans l'*Hippurites bioculatus* (Lamk.). Les oscules s'observent dans les *Hippurites bioculatus* et *radiosus*, *canaliculatus*, *sulcatus*, *dilatatus* et *organisans*; dans l'*Hippurites cornu-vaccinum*, on voit des oscules chez les jeunes individus, mais qui chez les adultes sont recouverts par les couches externes du test.

La saillie que font dans l'intérieur de la valve les deux piliers et l'arête cardinale est très variable suivant les espèces. Quand l'arête cardinale est beaucoup plus avancée que le premier pilier, il en résulte une particularité qui doit être signalée; c'est le cas que présente l'*H. cornu-vaccinum* (Bronn). Dans cette espèce,

l'arête cardinale s'avance dans l'intérieur de la coquille deux fois aussi loin que le premier pilier; il en résulte que la petite lame (fig. 2), qui dans l'*H. radiosus* se détache de la cloison transversale, et vient s'appliquer contre la paroi de la coquille, dans l'*H. cornu-vaccinum*, au contraire, ne se met pas en contact avec cette paroi, et détermine ainsi en arrière une cavité qui est aussi grande, et quelquefois même plus grande que la fossette de la première dent cardinale; on croirait alors voir dans la charnière de la valve inférieure quatre fossettes, tandis qu'en réalité il n'y en a que trois pour recevoir les trois dents de la valve opposée. Une disposition du même genre se remarque dans l'*H. Requiei* (Math.). Dans l'*Hippurites cornu-vaccinum*, et principalement chez les jeunes individus, la paroi de la valve inférieure qui porte les attaches musculaires est presque horizontale; il en résulte que la cavité de la valve est relativement très petite, et que les apophyses de la valve supérieure ne sont pas aussi proéminentes que dans l'*H. radiosus*; mais ces caractères sont loin d'être absolus à cause du grand changement de forme qui s'opère chez ces animaux pendant leur accroissement.

La disposition et la forme des pores et des canaux de la valve supérieure sont très variables suivant les espèces, et fournissent de bons caractères pour déterminer les *Hippurites*; mais il faut bien faire attention que la forme et la grandeur des pores varient à mesure qu'ils s'enfoncent dans l'épaisseur du test; il faut donc tenir compte du degré de conservation de la surface externe de la coquille quand on veut en étudier la structure, sous peine de commettre de grandes erreurs.

Les caractères internes de la coquille des *Hippurites* n'ont été bien étudiés par les naturalistes que dans ces derniers temps.

Cependant, dès 1825, M. Deshayes (1) avait dit qu'il est à présumer que l'intervalle des crêtes saillantes (les deux piliers) qui descend dans toute la longueur des *Hippurites* est destiné à une impression musculaire; des coupes transverses faites à diverses hauteurs de l'*H. organosus* lui avaient donné la preuve évidente de l'existence d'une charnière comparable à celle des *Radiolites*. Cette charnière était composée de deux grandes dents cardinales s'enfonçant dans des gânes profondes creusées dans la valve inférieure; mais M. Deshayes ignorait où se trouvait la seconde impression musculaire et même s'il y en avait une, et s'il existait, ainsi que dans les *Radiolites*, des impressions musculaires saillantes

(1) *Annales des sciences naturelles*, 1^{re} sér., t. V, p. 208.

dans la valve supérieure. Plusieurs caractères des plus importants lui étaient donc inconnus, lorsqu'en 1840 Goldfuss donna dans les dernières planches de son grand et bel ouvrage une figure d'une valve inférieure d'Hippurite, montrant tous ses caractères internes. On y reconnaît très bien les longues fossettes de la charnière et les deux impressions musculaires très rapprochées l'une de l'autre ; mais Goldfuss ne connaissait pas la structure interne de la valve supérieure.

Longtemps après Goldfuss, M. Sæmann a décrit d'une manière assez exacte la structure des Hippurites (1).

« Les *Hippurites*, dit ce géologue, qui ont servi à nos études » proviennent des Martignes, près de Marseille, et appartiennent » à l'*Hippurites cornu-vaccinum* de Goldfuss. En enlevant avec » précaution les marnes dures qui remplissent la cavité pour y » trouver les attaches musculaires, j'étais fortement étonné d'en » trouver une seule au lieu de deux que j'avais attendues. Sa dis- » position et sa forme étaient non moins curieuses : elle était apla- » tie, non de côté, comme celle des *Radiolites*, mais dans le sens » vertical, affectant la forme d'un coussin qui était placé trans- » versalement par rapport à la carène centrale. Sa grandeur étant » considérable, la valve inférieure était sensiblement élargie vers » le bord antérieur, de sorte que la paroi, qui est presque perpen- » diculaire à gauche et à droite, s'incline fortement vers ce bord. » Après avoir retiré cette attache, je trouvai facilement en dessous » une large impression musculaire confirmant pleinement l'iden- » tité de cet organe avec ceux des *Radiolites*.

« En poursuivant ce travail, je ne tardai pas à découvrir la » seconde attache, mais dans un état d'avottement qui me l'avait » fait manquer, si sa position particulière ne m'y avait conduit » assez sûrement. Je dois rappeler ici que, quand la lamelle cen- » trale (l'*arête cardinale*) a la position que nous lui avons assignée » (c'est-à-dire quand elle occupe dans les figures des coupes hori- » zontales la place en haut, et dans les coupes verticales le côté » opposé à l'observateur), les deux arêtes arrondies (les deux *pi- » liars*) sont situées à sa droite. C'est dans le sillon formé par la » carène centrale et la première arête qu'était enfoncée la seconde » attache, tout aussi faible et petite que l'autre était grande et » forte. Il m'était impossible de trouver quelque chose de sem-

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. VI, p. 282, 1849.

» blable dans le sillon qui est formé par la première et la seconde
 » arête; mais, dans un échantillon d'une autre espèce, où je ten-
 » tais le même travail, j'ai cru observer que la petite attache si-
 » tuée un peu plus bas que la grande était bilobée, et que l'un de
 » ses lobes, sans y entrer profondément, correspondait exactement
 » à ce second sillon. Il est donc probable que la première fois, ne
 » connaissant pas la position des attaches, j'ai détruit cette partie
 » sans m'en apercevoir, d'autant plus que l'analogie entre les deux
 » sillons ne permet guère de leur assigner, *à priori*, des fonctions
 » très différentes. Ce n'est, du reste, qu'une confirmation de l'idée
 » de M. Deshayes, publiée en 1825 dans les *Ann. des sc. nat.*, sé-
 » rie 1, t. V, p. 208. Ce n'est qu'en arrivant presque au fond de la
 » cavité que je pouvais bien distinguer la partie cardinale, qui se
 » compose d'une petite gaine donnant entrée aux deux dents. Sa
 » position était tout aussi inverse, comparée à celle des *Radiolites*,
 » que celle des attaches musculaires. Au lieu d'être dirigé trans-
 » versalement sur la lamelle centrale et de diviser la coquille en
 » deux compartiments situés l'un derrière l'autre, il suit la direc-
 » tion de cette lamelle, divisant la cavité en deux parties inégales :
 » l'une, la petite, à gauche, et l'autre à droite. Et, plus encore,
 » ces deux compartiments, loin de présenter la différence qu'ils
 » montrent dans les *Radiolites*, sont également occupés par la
 » cloison, et l'animal devait évidemment remplir tous les deux. Il
 » s'ensuit qu'aucune partie de la coquille ne donnant lieu à la for-
 » mation des lamelles qui remplissent la partie postérieure des
 » *Radiolites*, cette *Hippurite*, quel que soit son état de conserva-
 » tion, ne peut jamais présenter un appareil accessoire.

» En comparant les dents de cette *Hippurite* à celles que nous
 » avons observées dans les *Radiolites*, on s'aperçoit qu'elles parais-
 » sent être hors de proportion par rapport à la grandeur de la
 » coquille, et l'on est porté à croire que les fortes arêtes, et la
 » manière dont elles renferment la petite attache, sont destinées à
 » donner plus de sûreté et une direction constante, quand l'ani-
 » mal ouvre sa coquille.

» Je ne saurais guère où chercher la place du ligament dans
 » les *Hippurites*; je ne trouve aucune trace de son insertion.

» Les caractères généraux des *Hippurites* peuvent donc être
 » résumés de la manière suivante :

» Impressions et attaches musculaires très inégales, antéro-pos-
 » térieures, l'attache antérieure très grande, l'attache postérieure
 » bilobée (?), enfoncée entre deux arêtes arrondies (les deux *pilliers*)
 » et entre la carène centrale (l'*arête cardinale*) ; gaine submédiane

» presque parallèle à la carène centrale, divisant l'intérieur en
 » deux compartiments situés l'un à côté de l'autre, et occupés
 » simultanément par l'animal (birostre sans appareil accessoire). »

M. Sæmann avait donc bien reconnu la position d'une attache musculaire voisine de l'arête cardinale, mais il n'avait pas remarqué que cette attache se composait, en réalité, de deux impressions séparées correspondant à deux muscles adducteurs distincts. La seconde attache musculaire, tout aussi faible et petite que l'autre était grande et forte, et qu'il a cru trouver dans le sillon formé par l'arête cardinale et le premier pilier, n'est que l'apophyse qui porte la seconde et la troisième dents cardinales. Quant au second lobe de cette petite attache qu'il pense avoir vu, chez une autre espèce, pénétrer, mais peu profondément, dans le sillon formé par les deux piliers, ce n'est que le petit repli (k, fig. 8) qu'on peut remarquer dans la valve supérieure, entre les deux oscules, petite éminence qui se sépare souvent de cette valve et reste engagée dans les marnes dures qui remplissent la valve inférieure, comme le font l'apophyse musculaire et les dents cardinales. M. Sæmann avait d'ailleurs été naturellement conduit à placer sur ces apophyses la seconde attache musculaire, parce qu'il pensait que les muscles étaient situés dans les *Hipparites* comme ils le sont dans les *Radiolites*. On voit aussi, par la description que M. Sæmann donne de la charnière, qu'il la connaissait très imparfaitement; ainsi, la petite gaine, située au fond de la coquille, produite par une cloison dirigée dans le sens de l'arête cardinale, et dans laquelle devaient être reçues, selon lui, les deux dents de la charnière, n'est autre chose que la fossette de la première dent cardinale; fossette dans laquelle une seule dent vient se loger, et qui, dans l'*H. cornu-vaccinum*, comme dans toutes les autres espèces, est constamment à gauche de l'arête cardinale, quand on place la coquille comme le fait M. Sæmann.

Ainsi, M. Sæmann avait bien compris le rôle important que joue l'arête cardinale; il avait découvert la place des deux impressions musculaires, mais il pensait que ces attaches appartenaient à un seul muscle, et il croyait retrouver l'attache du second sur l'apophyse qui porte la deuxième et la troisième dents cardinales; quant à la charnière, elle ne se composait, pour lui, que de deux dents logées dans une petite gaine au fond de la cavité de la coquille; M. Sæmann ne croyait pas à l'existence d'un ligament, opinion que nous partageons entièrement.

A peine le mémoire de M. Sæmann était-il imprimé, que furent publiées les livraisons de la *Paléontologie française* (ter., crét.,

vol. IV, p. 158), dans lesquelles M. d'Orbigny donna un travail complet sur le genre *Hippurites* ; l'auteur assigne aux animaux et aux coquilles de ce genre les caractères suivants :

« *Animal* libre, pourvu sur le bord du manteau de longs cirres
 » charnus, très digités, de diverses longueurs, les uns gros et les
 » autres petits, qui s'étendent en dehors et entrent en se coudant
 » par des ouvertures proportionnées pratiquées au limbe externe
 » de la valve supérieure operculaire, et communiquant avec le
 » système de canaux qui en occupe toute la partie supérieure et
 » se termine par des pores extérieurs.

« *Coquille* fixe, testacée, de consistance fibreuse ou lamelleuse,
 » variable suivant les parties, irrégulière, conique, très inéqui-
 » valve. Valve inférieure conique, droite ou arquée, fixée aux
 » corps sous-marins par son crochet à l'extrémité du cône, et de
 » là s'élargissant plus ou moins en cornet vertical, marquée exté-
 » rieurement de deux sillons longitudinaux, et souvent d'une
 » troisième dépression ; ses bords supérieurs sont épaissis et mar-
 » qués de ramifications. Valve supérieure operculiforme, plane
 » ou légèrement convexe, à sommet subcentral, perforée sur toute
 » sa surface extérieure de petits trous qui communiquent avec
 » des canaux creux ramifiés qui partent du bord et convergent
 » vers le centre ; ses bords sont épaissis, taillés en biseau, et per-
 » forés par les ouvertures d'autant plus larges des canaux, qu'elles
 » sont près du bord interne. Point de charnière ni de ligament.

« *Appareil interne* formé sur la valve inférieure d'un épaississe-
 » ment intérieur qui tapisse une cavité conique plus ou moins
 » profonde divisée par trois saillies. De ces trois saillies corres-
 » pondant aux sillons externes de la coquille, deux obtuses, très
 » saillantes en corniche, pourraient être prises pour des points
 » d'attache des muscles adducteurs ; mais comme elles sont sou-
 » vent à nu dans le jeune âge et non recouvertes par la valve
 » supérieure, cette supposition ne peut exister. Entre ces deux
 » saillies est une cavité qui, de même qu'une autre située en
 » dehors, communique avec la cavité générale ; mais entre l'une
 » des corniches et la troisième saillie interne anguleuse existe une
 » cloison qui s'étend même en dehors, et forme, suivant les
 » espèces, deux ou trois cavités coniques circonscrites par des
 » cloisons verticales, de sorte que l'intérieur, par suite des saillies
 » et des autres cloisons verticales, est divisé en cinq cavités :
 » 1^o une très grande, conique, découpée en trèfle par les saillies,
 » en corniches, celle-ci très profonde ; 2^o deux autres plus petites,
 » égales entre elles, ayant chacune sur le côté une autre cavité

» conique bien plus petite encore. En dedans de la valve supérieure sont quatre cavités circonscrites par des côtes saillantes ;
 » d'abord une grande correspondant à la grande cavité de la valve opposée, puis trois autres correspondant aux trois saillies internes de l'autre valve.

» *Ornements extérieurs.* La coquille est lisse ou ornée de sillons longitudinaux, simples ou dichotomes, et, comme nous l'avons dit, du côté des coruiches internes, de trois sillons longitudinaux toujours plus marqués que les autres.

» *Contexture.* Le test à la valve inférieure est de deux natures différentes qui se séparent facilement l'une de l'autre, et dénotent un organe sécréteur distinct. En effet, la partie inférieure, qui doit avoir été déposée par les organes internes, est lamelleuse, d'une contexture compacte ; elle forme toutes les saillies, les cloisons verticales, et les cloisons transverses successives que l'animal place dans le fond de la coquille à mesure qu'il grandit, et qu'il ne peut plus en atteindre l'extrémité, cloisons qui ont été comparées à tort, par Lamarck, aux cloisons des Orthocères, et que le premier nous avons fait connaître à Paris, dès 1825, comme les équivalents des cloisons analogues que forment les huîtres dans le fond de leur coquille. L'autre nature du test, probablement déposée par les ramifications du bord du manteau, est en lames transverses, obliques, fibreuses, que séparent en faisceaux des lignes longitudinales ; il en résulte que les cassures ont toujours lieu parallèlement à la longueur et à la largeur, mais toujours à angle droit avec la surface, et parallèlement au rayonnement du centre à la circonférence.

» La valve supérieure montre aussi les deux couches, mais la couche extérieure comme elle est toujours perforée par les ramifications du bord du manteau, il en résulte une contexture tout à fait particulière. Comme l'entrée des canaux du bord s'éloigne toujours du centre à mesure que la coquille grandit, il en résulte que ces canaux changent de place au fur et à mesure de cet accroissement, par suite d'un travail constant de dépôt et de résorption. En effet, la ramification du manteau, marchant du centre à la circonférence en résolvant en dehors les couches déjà déposées, et déposant en dedans de nouvelles couches, de manière à laisser toujours des canaux d'un même diamètre. Des coupes faites avec soin nous en ont donné la preuve la plus positive. »

En lisant attentivement cette description, on voit que M. d'Orbigny n'a pas connu la structure intérieure des coquilles des *Hip-*

purites. Ainsi, il ne savait pas quelle était la place des attaches musculaires dans les deux valves, impressions qu'il aurait très bien pu reconnaître et pendant dans l'excellente figure publiée par Goldfuss. Il n'avait pas vu que la cloison qui s'étend de l'une de ses corniches (le premier pilier) à la troisième saillie interne anguleuse (l'arête cardinale), et même en dehors, et qu'il dit produire, suivant les espèces, deux ou trois cavités coniques, sépare toujours sur le bord cardinal, dans toutes les Hippurites, trois fossettes profondes destinées à recevoir les trois grandes dents de la valve supérieure, et par cette circonstance il a pu dire que les Hippurites n'ont pas de charnière. Quant à la valve supérieure, il est évident que M. d'Orbigny ne connaissait que l'opercule (fig. 8) que l'on obtient lorsqu'avec un coup de marteau on ouvre la coquille, opercule dont toutes les apophyses, brisées à la base, sont restées renfermées dans la valve inférieure, car sans cela il n'aurait pas dit que cette valve n'était formée que de quatre cavités correspondant à la grande cavité et aux trois corniches de l'autre valve, et il aurait décrit l'énorme système d'apophyses qui portent les attaches musculaires, ainsi que les dents cardinales.

M. d'Orbigny donne en outre une description très détaillée de la texture du test des deux valves, et principalement du système de canaux de la valve supérieure; nous devons regretter qu'il n'ait pas apporté dans la rédaction de ce paragraphe autant de soin qu'il dit en avoir mis à exécuter les coupes de ses coquilles, car alors il nous aurait été probablement possible de comprendre l'explication qu'il donne du mode de formation des canaux de la valve supérieure.

Enfin, au commencement de cette année, M. Woodward (*Proceedings of the geological Society of London*, février 1855) a publié sur les Hippurites un travail dans lequel il a donné une description de l'*H. radiosus*, accompagnée de bonnes figures.

La valve inférieure, représentée par la figure 4 (page 43 de son mémoire), montre très bien en (*l*) l'arête cardinale (*ligamental inflection*), en (*m*) et (*n*) les deux piliers (*m*, *muscular*; *n*, *siphonal inflections*). On y voit en (*a*) les deux impressions musculaires voisines l'une de l'autre, mais que M. Woodward considère comme servant d'attaches à un seul muscle divisé en deux portions, le muscle *adducteur antérieur*. (*In front of the hinge is a large muscular impression consisting of two portions, and answering to the anterior muscle, which usually consists of two elements in ordinary bivalves.*) La figure représente aussi d'une manière fort exacte la disposition de la cloison transversale qui produit les trois fossettes de la charnière;

seulement, les deux fossettes situées de chaque côté de l'arête cardinale sont seules, pour M. Woodward, destinées à recevoir deux dents cardinales de la valve supérieure, tandis qu'il voit dans la troisième fossette (*a'*) l'impression d'un second muscle, l'adducteur postérieur. Cette fossette lui semble alors correspondre à la lame qui supporte ce muscle dans les *Dicérates* et les *Cardilites* (*This inflection, therefore, appears to represent the lamina which supports the posterior adductor in the fossil genus Dicerus, and in the recent Cardilia*).

M. Woodward admet aussi l'existence d'un ligament interne qu'il place dans les deux petites cavités situées entre la surface de la coquille et les deux lamelles qui se détachent de la cloison transversale, de chaque côté de l'arête cardinale, lamelles qui ont été désignées par les lettres (*p* et *o*) dans la figure 2 de nos planches. Ce ligament interne étant séparé en deux parties par l'arête cardinale, M. Woodward a donné alors à cette première crête intérieure le nom de *ligamental inflection* [*The first, or ligamental, inflection is very slight, and opposite to the centre of the hinge, which consists, of two deep dental sockets, divided by a tooth-like process and separated from the shell-wall by two narrow and deep pits for the internal ligament (cartilage)*].

La figure (5) que donne l'auteur de la surface interne d'une valve supérieure, dont les apophyses ont été obtenues en coulant du plâtre dans les cavités correspondantes de l'autre valve, ne fait passablement bien connaître la forme et les dimensions des dents cardinales; on peut néanmoins y retrouver les deux oscules (*m*, *n*), l'arête cardinale (*l*), l'apophyse (*a*) qui porte les impressions musculaires, les deux premières dents cardinales (*t*); mais dont il est impossible de bien juger la forme, et enfin la troisième dent (*a'*) dont M. Woodward fait une apophyse destinée à recevoir l'attache de son muscle adducteur postérieur, apophyse qui ne m'a jamais offert la moindre trace d'impression musculaire.

Quoi qu'il en soit, le mémoire du savant naturaliste anglais renferme beaucoup d'observations intéressantes, et fait connaître la structure interne des *Hippurites* beaucoup mieux que les travaux de ses devanciers.

II. Quelques remarques sur les Radiolites.

Les différentes espèces de *Radiolites*, dont j'ai pu jusqu'à présent étudier les caractères internes, m'ont présenté deux types distincts l'un de l'autre, et que je vais essayer de décrire dans les *Radiolites*

cylindraceus (Des Moul.) et *Radiolites Bournoni* (Des Moul.), qui m'ont offert ces deux modes de structure.

Les caractères externes de la coquille des *Radiolites cylindraceus* (Des Moul., sp.) ont été suffisamment bien décrits par M. Des Moulins (*Essai sur les Sphérulites*, p. 107) pour qu'il soit utile de les reproduire ici ; je ne parlerai donc que de ceux que présente l'intérieur des valves.

Le test de chaque valve est, comme celui des *Hippurites*, composé de deux espèces de couches : les couches externes déposées par le contour du manteau sont remarquablement celluluses ; les cellules sont des prismes dont l'axe est perpendiculaire à la surface des lames. Cette structure n'est pas sans analogie avec celle que présentent les coquilles de quelques lamellibranches, tels que les *Pinnas*, les *Inocérames*, par exemple, mais ce genre de contexture ne s'observe dans aucune espèce de brachiopodes. Les couches internes du test, formées par le dépôt vitreux, sont sécrétées par la surface même du manteau ; elles tapissent tout l'intérieur de la coquille. Dans le fond de la valve inférieure, ces couches interceptent entre elles des espaces vides, irréguliers, analogues à ceux qui existent dans la grande valve des *Hippurites*, et ne laissent pour recevoir le mollusque qu'une cavité fort petite comparativement à la longueur de la coquille, mais dont la profondeur varie d'un individu à l'autre, et aussi suivant le degré de développement de la coquille.

La valve inférieure ne laisse voir sur sa surface externe aucun sillon qui puisse être comparé aux trois sillons qui, dans les *Hippurites*, sont en rapport avec l'arête cardinale et les deux piliers ; cependant, dans l'intérieur de notre *Radiolite*, on remarque une crête aiguë, très saillante, qui représente l'arête cardinale des *Hippurites* et joue un rôle semblable dans la coquille. Cette crête est formée de deux lames de tissu vitreux juxtaposées l'une contre l'autre, et a été produite par un repli du manteau ; elle doit donc être considérée comme indiquant la point de départ pour le développement de la coquille.

De chaque côté de l'arête cardinale sont deux cavités séparées de la grande cavité de la valve par les fossettes de la charnière. Ces cavités portent, sur tout leur pourtour, un grand nombre de lamelles verticales, irrégulièrement distantes, et plus ou moins saillantes, formées par le dépôt vitreux ; ce sont ces lamelles qui produisent dans les moules internes des *Radiolites*, après leur disparition, les divisions irrégulières de ce cône divisé en deux lobes par l'arête cardinale, que M. Charles Des Moulins

appelle *l'appareil accessoire* des birostres. Ces cavités, d'après M. Charles Des Moulins, étaient destinées à recevoir l'appareil respiratoire de l'animal, et représentent, pour M. Deshayes, les deux loges d'un puissant ligament intérieur. Or, nous ne voyons dans ces vastes gaines cannelées dans le sens longitudinal aucune trace de l'insertion des fibres d'un ligament. Ces deux cavités d'ailleurs sont très variables suivant les espèces, et représentent dans les *Radiolites* les gaines étroites que l'on trouve dans les *Hipparites* entre le bord cardinal et les deux lames (*a, p*, fig. 2) postérieures des alvéoles des deux premières dents cardinales; il n'y avait pas plus de ligament dans les *Radiolites* que dans les *Hipparites*.

En avant de ces deux gaines se trouvent les deux fossettes de la charnière; elles sont déterminées par une cloison transversale qui se replie sur elle-même au droit de l'arête cardinale, et envoie de chaque côté de cette crête deux lames qui vont rejoindre, des deux côtés, le bord de la coquille, à peu près au point de départ de la cloison; d'où il résulte que les deux fossettes semblent être creusées dans l'épaisseur d'une vaste et large cloison qui traverserait toute la coquille en s'appuyant contre l'arête cardinale. Les parois internes des deux fossettes portent dans toute leur longueur des lames irrégulières assez saillantes.

De chaque côté de la charnière, sur les parois de la grande cavité de la valve, sont les deux impressions musculaires, dont l'une est un peu plus développée que l'autre; elles sont superficielles, et marquées de rides, de stries, qui augmentaient l'étendue de la surface d'attache des fibres musculaires. Ces deux impressions répondent à deux muscles adducteurs dont la position symétrique, par rapport à l'arête cardinale, est bien différente de celle qu'occupent les deux muscles des *Hipparites*.

La valve supérieure de la même espèce est à peu près plane ou très légèrement convexe suivant les individus.

A l'intérieur, on y voit une crête très saillante (l'arête cardinale) répondant à celle de la valve opposée; de chaque côté de cette crête sont deux cavités sillonnées dans toute leur étendue par des lamelles de dépôt nacré complètement analogues à celles qui existent dans la valve inférieure. En avant de ces deux cavités et à la partie submédiane s'élèvent les deux apophyses qui portent les impressions musculaires. Commencant par un pédicule étroit dans l'une et plus large dans l'autre, elles se terminent par deux surfaces à peu près triangulaires, légèrement striées dans toute leur hauteur, sur lesquelles les muscles venaient s'insérer.

Ces deux surfaces sont sensiblement perpendiculaires au plan de la valve, disposition qui avait pour but, lorsque la coquille était fermée, de les rapprocher des impressions de la valve inférieure qui sont placées sur des parois presque verticales, et par conséquent de diminuer l'étendue des fibres musculaires.

Entre ces deux apophyses sont situées les dents cardinales; elles commencent par un *pédicule commun* qui se bifurque bientôt, et produit deux longues dents cannelées dans toute leur étendue. Ces dents sont logées beaucoup plus à l'étroit dans leurs alvéoles que celles des *Hippurites*; elles ne pouvaient s'y mouvoir qu'en glissant dans le sens de leur longueur, et rendaient impossible tout mouvement de rotation de la valve supérieure autour de son axe.

L'arête et les deux dents cardinales, les deux impressions musculaires superficielles dans la valve inférieure, et portées par de longues apophyses dans la supérieure du *Radiolites cylindraceus* (Des Moul.), se retrouvent dans plusieurs autres espèces de *Radiolites*. Ainsi, il m'a été possible de les reconnaître dans les *Radiolites foliaceus* (Lamk.), *angeiodes* (Picot), *Desmoulini* (Math.), *Haenninghausi* (Des Moul.); mais ces éléments varient d'une espèce à l'autre.

Dans le *Radiolites foliaceus*, la grande cavité de la valve inférieure est très peu profonde; la partie vitreuse du test est épaisse: il en résulte que les deux parois qui portent les impressions musculaires, au lieu d'être à peu près verticales comme elles le sont dans le *Radiolites cylindraceus*, sont au contraire presque horizontales, et alors les apophyses musculaires de la valve supérieure sont fort peu saillantes. Les deux dents cardinales sont aussi très inégales: l'une est très aplatie latéralement dans cette espèce, la lame cardinale est très proéminente dans la coquille.

Plusieurs espèces ont, comme le *foliaceus*, les lames externes du test extrêmement développées: telles sont celles des *Radiolites Jouanneti* et *crateriformis*. La surface des lames externes dans la dernière espèce est légèrement entamée par des sillons réguliers qui se dirigent en se ramifiant du centre vers les bords de la coquille.

Ces canaux ont été comparés par M. d'Orbigny aux impressions dichotomes de la paroi interne du test de la *Terebratula diphya*, et qu'il est si facile de distinguer sur les moules de cette singulière coquille; cette observation lui a semblé de nature à prouver que les *Radiolites* sont des *Brachiopodes*, mais des *Brachiopodes dépourvus de bras*. Or, le plus simple examen fait voir qu'il n'y a pas la moindre analogie entre les impressions dichotomes du bord de la

coquille du *R. crateriformis* et celles de la surface interne des valves de la *Terebratula diphya*. Dans cette dernière coquille, les impressions correspondent aux vaisseaux de l'organe respiratoire du mollusque, vaisseaux qui tapissent la surface interne du manteau, tandis que, dans le *R. crateriformis*, les lames externes ayant été déposées par le bord seul du manteau, très développé dans cette espèce, les ramifications qu'elles présentent ne peuvent indiquer que la trace des vaisseaux propres à ce bord, et non celle de l'appareil respiratoire qui était renfermé dans l'intérieur des valves. D'ailleurs, on trouve des ramifications analogues plus ou moins compliquées sur le bord de l'ouverture des *Radiolites*, dont les lames externes sont le moins développées; et quel naturaliste y verrait la place d'un appareil de respiration! Il n'y a pas plus de rapports entre les sillons dichotomes que portent les lames externes des *Radiolites* et ceux qui existent sur la paroi interne des coquilles de certains *Brachiopodes* qu'il n'y en avait entre le système des canaux de la valve supérieure des *Hippurites* et les pores qui traversent les coquilles de quelques *Térébratules*.

M. d'Orbigny, méconnaissant d'ailleurs les nombreux rapports que les *Hippurites* et les *Radiolites* ont avec les *Acéphalés lamellibranches*, pour ne voir dans ces animaux que des *Brachiopodes*, refuse d'admettre l'existence d'une charnière dans les *Radiolites*. Voici ce qu'il dit à ce sujet (*Paléont. Franç.*, vol. IV, p. 196) :

« On a cru voir chez les *Radiolites* un ligament et une charnière; on a sans doute considéré comme une charnière les deux énormes dents de la valve supérieure qui entrent dans les deux cavités de la valve opposée. Pour nous, la présence de ces deux dents, destinées à glisser dans une rainure, exclut tout à fait la présence du ligament, car elles ne peuvent jouer que par suite d'un mouvement d'ascension verticale, tandis que la présence d'un ligament obligerait nécessairement les deux valves à s'ouvrir comme une tabatière, en décrivant un arc de cercle, mouvement auquel s'oppose absolument la longueur des dents. Nous regardons ces dents non placées sur le bord, ainsi qu'on le remarque chez toutes les bivalves, mais bien occupant une région interne, comme des moyens mécaniques, dans le soulèvement vertical des valves, pour guider ce mouvement comme les rainures pratiquées à un tiroir pour qu'il ne puisse dévier. »

Je suis convaincu, comme l'est M. d'Orbigny, qu'il n'y avait pas de ligament dans les *Radiolites*, et c'est à cause de cette circonstance que la charnière s'est considérablement modifiée; mais ce n'en est pas moins pour cela une charnière dont les dents ne

laissent faire à la valve supérieure que le seul mouvement qui lui fût possible, sans un ligament latéral, celui de s'élever verticalement dans la valve inférieure.

Plusieurs espèces de Radiolites, et entre autres les *R. Bournoni* (Des Moul.) et *crateriformis* (Des Moul.), offrent dans leur structure interne des caractères assez différents de ceux que présente le *R. cylindraceus*. Le *R. Bournoni* va me servir de type pour décrire ce second mode d'organisation.

Le premier caractère qui frappe les yeux quand on examine l'intérieur de la valve inférieure du *R. Bournoni*, c'est l'absence de cette *arête cardinale* que j'ai constamment observée dans les *Hippurites* et les *Radiolites* du premier groupe. L'arête cardinale manque entièrement dans cette espèce; la surface interne de la valve est donc tapissée par une couche uniforme de dépôt vitreux. De chaque côté de la grande cavité, on remarque une impression musculaire superficielle. En arrière et à la base de ces deux attaches musculaires sont les deux alvéoles des dents cardinales, mais ces deux alvéoles restent accolées à la paroi de la valve qui les porte, et ne viennent pas se réunir l'une à l'autre au milieu de la coquille en déterminant une grande cloison transversale analogue à celle du *R. cylindraceus*; il en résulte que la grande cavité de la coquille communique librement avec celle qui est située en arrière de la charnière. Cette seconde cavité n'offre aucune lamelle verticale; les parois en sont complètement lisses. Dans cette cavité, qui serait toujours pour M. Deshayes la fossette ligamentaire, on ne découvre pas la moindre trace indiquant l'insertion des fibres d'un ligament. Les birostres de cette espèce n'ont donc plus ces appareils accessoires si profondément divisés que l'on voit dans quelques *Radiolites*.

La profondeur de la valve est fort petite relativement à sa longueur, parce qu'au sommet les lames internes du test laissent derrière elles des espaces vides très irréguliers.

La valve supérieure a la forme d'un grand *cabochon* dont la cavité interne, presque plane, est loin de correspondre à la surface extérieure; le bord de cette valve présente en outre cette particularité que les lames d'accroissement se relèvent vers le sommet de la coquille dans tout son pourtour.

L'intérieur ne présente pas d'arête cardinale. Les deux apophyses qui donnent attache aux muscles sont inégales. La plus grande des deux est portée par une sorte de pédicule très large, tandis que la base de la seconde est si étroite que cette apophyse est presque entièrement séparée de la charnière. Leurs surfaces

externes, où sont placées les deux attaches musculaires, sont convexes, et dirigées assez obliquement par rapport au plan de la valve. Quand la coquille était close, ces impressions musculaires ne laissaient entre elles et celles de la valve opposée qu'un espace fort petit pour les muscles adducteurs.

En arrière des deux apophyses, sont placées les deux dents cardinales; elles sont écartées l'une de l'autre, et très serrées dans les fossettes destinées à les contenir.

En comparant la structure interne du *R. Bournoyi* avec celle du *R. cylindraceus*, on trouve donc des analogies et des différences très frappantes. Dans les deux espèces, la position des muscles est la même; il y a également deux dents cardinales, mais ces dents sont bien plus rapprochées l'une de l'autre dans le *R. cylindraceus* que dans le *R. Bournoyi*. Cette circonstance tient à ce que, dans la première espèce, les fossettes de la charnière sont creusées dans l'épaisseur d'une vaste cloison qui traverse toute la coquille d'un bord à l'autre, tandis que dans la seconde, la cloison, interrompue dans sa partie moyenne, se transforme en deux alvéoles isolées qui restent accolées contre les parois de la coquille. Dans le *R. cylindraceus*, il y a une arête cardinale très prononcée; les deux cavités voisines sont remplies de lames transverses, et sont complètement séparées de la grande cavité de la valve par la cloison transversale, tandis que dans le *R. Bournoyi*, il n'y a pas d'arête cardinale, et la cavité unique, située en arrière de la charnière, communique largement avec la grande par tout l'intervalle qui sépare les deux alvéoles l'une de l'autre. Dans le birostre du *R. cylindraceus*, chacun des deux cônes de l'appareil accessoire est séparé en deux lobes offrant de nombreuses divisions, tandis que dans le *R. Bournoyi* l'appareil accessoire manque entièrement.

Des différences aussi notables dans la structure interne des *Radiolites* conduisent à séparer les espèces de ce grand genre en deux groupes: un premier comprenant toutes celles qui ont une arête cardinale, telles que les *Radiolites foliaceus* (Lamk.), *Desmoulini* (Math.), *cylindraceus* (Des Moul.), *Hæninghausi* (Des Moul.), et un second groupe qui renfermerait toutes les espèces dépourvues de cette arête, telles que les *Radiolites Bournoyi* (Des Moul.), *crateriformis* (Des Moul.), *Jouanneti* (Des Moul.).

Je suis même porté à croire que la présence ou l'absence de l'arête cardinale répond à une modification dans la structure du manteau, assez importante pour autoriser l'établissement de deux genres distincts. On pourrait alors réunir sous le nom générique

de *Sphærolites*, créé par Delamétherie pour une espèce de l'île d'Aix, le *Sphærolites foliaceus*, toutes les Sphérolites de Lamarck qui ont une arête cardinale, et conserver le nom de *Radiolites* aux espèces dépourvues de cette crête interne. J'adopterai cette division dans la suite de mon travail.

III. Comparaison des HIPPURITES avec les RADIOLITES et les SPHÉROLITES.

Je puis maintenant chercher à établir les rapports et les différences que les *Hippurites* ont avec les *Radiolites* et les *Sphærolites*.

La coquille de tous ces animaux est composée de deux sortes de couches, des couches externes souvent très développées dans les *Sphærolites* et les *Radiolites*, et des couches internes formées par le dépôt vitreux, les premières sécrétées par le bord et les secondes par toute la surface du manteau. Les couches du dépôt vitreux interceptent entre elles, au sommet de la valve inférieure, des loges irrégulières qui ne laissent, pour recevoir l'animal, qu'une cavité fort peu profonde par rapport à la grandeur de la coquille. Dans les *Radiolites* et les *Sphærolites*, les lames externes sont criblées de cellules prismatiques perpendiculaires à leur surface. Dans les *Hippurites*, la valve supérieure est percée sur sa surface externe de petits pores qui débouchent dans des canaux logés dans l'épaisseur de la valve et qui viennent s'ouvrir librement sur tout le pourtour de son bord interne. Le bord des deux valves dans les *Hippurites* et dans certaines espèces de *Radiolites* porte de nombreuses ramifications qui ont été produites par un système de franges et d'appendices fort compliqués dépendant du bord du manteau de ces mollusques. Les pores de la valve supérieure des *Hippurites* ne sont en aucune manière analogues à ceux que présentent les coquilles de certains *Brachiopodes*, et la structure des lames externes des *Sphærolites* et des *Radiolites* est tout autre que celle du test des animaux de cette classe. Les Acéphalés lamellibranches ont au contraire un test composé des deux systèmes de couches que nous trouvons dans les *Hippurites*, les *Sphærolites* et les *Radiolites*.

L'intérieur de la valve inférieure des *Hippurites* présente une arête cardinale plus ou moins saillante, suivant les espèces, et constamment les deux piliers; les deux piliers manquent dans les *Sphærolites* et les *Radiolites*; mais les *Sphærolites* ont une arête cardinale, tandis que les *Radiolites* sont dépourvues de cette crête. La même valve dans les trois genres offre deux larges impressions

musculaires; mais, tandis que, dans les *Sphérulites* et les *Radiolites*, ces deux attaches sont situées en regard l'une de l'autre aux deux extrémités de la charnière, dans les *Hippurites*, au contraire, elles sont extrêmement rapprochées l'une de l'autre et situées du même côté de la charnière, sur le bord de la valve opposé aux deux piliers. Ce système de muscles est entièrement analogue à celui de tous les *Acéphalés dimyaires*, mais n'offre aucune analogie avec l'appareil musculaire, bien plus compliqué, des *Brachiopodes*. La charnière se compose, dans la valve inférieure des *Hippurites*, de trois profondes fossettes, dont la première est placée entre l'arête cardinale et la base du muscle qui l'avoisine, et les deux autres occupent l'espace compris entre cette arête et le premier pilier. Derrière les fossettes des deux premières dents, quelques espèces présentent aussi deux petites gâines, mais qui sont à peine représentées ou qui manquent même entièrement dans d'autres. Dans les *Sphérulites* et les *Radiolites*, la charnière n'a que deux profondes fossettes dont l'intérieur porte des lames longitudinales assez saillantes; mais, dans les *Sphérulites*, les deux fossettes sont creusées dans l'épaisseur d'une très large cloison qui s'étend d'un bord à l'autre de la valve en s'appuyant sur l'arête cardinale, tandis que, dans les *Radiolites* qui manquent de cette crête, la cloison est complètement interrompue dans sa partie moyenne, en sorte que les deux fossettes semblent être creusées dans l'épaisseur même des parois de la valve. En arrière de la charnière des *Sphérulites* se trouvent deux larges gâines qui portent dans quelques espèces de nombreuses lames saillantes, et sont complètement séparées l'une de l'autre par l'arête cardinale; ces deux gâines se transforment dans les *Radiolites* en une large cavité dépourvue de lames saillantes, qui communique librement avec la grande cavité antérieure de la coquille.

La valve supérieure, toujours operculiforme dans les *Hippurites*, est quelquefois plus ou moins conique dans les *Sphérulites* et les *Radiolites*. Sa surface externe présente dans presque toutes les *Hippurites* des oscules qui correspondent aux extrémités des deux piliers; dans toutes, les deux oscules se montrent sur la surface interne du test. On ne trouve rien de semblable chez les *Sphérulites* et les *Radiolites*. L'intérieur de cette valve présente une arête cardinale dans les *Hippurites* et les *Sphérulites*. Dans les *Hippurites*, une large apophyse, placée d'un côté de l'arête cardinale, porte sur sa surface externe les deux attaches musculaires, tandis qu'elle présente du côté opposé une cavité irrégulière, profonde, correspondant à la grande cavité de la valve inférieure. Dans les *Sphérulites*

et les *Radiolites*, les deux attaches musculaires sont portées par deux apophyses distinctes placées aux deux extrémités de la charnière. Dans les *Hippurites*, la charnière est formée de trois grandes dents cardinales : la première, deux fois aussi longue que les autres, adhère à l'apophyse, qui porte les attaches musculaires à la base du muscle adducteur antérieur ; les deux autres tiennent à la valve par un pédicule unique de l'autre côté de l'arête cardinale. Dans les *Sphérulites* et les *Radiolites*, il n'existe que deux dents cardinales, situées à l'extrémité d'une apophyse placée entre celles des deux attaches musculaires. Les muscles et la charnière ont donc dans les *Sphérulites* et les *Radiolites* une position symétrique par rapport à l'arête cardinale, tandis que, dans les *Hippurites*, cette symétrie n'existe plus ; l'un des muscles est rejeté vers l'autre, et d'un côté de l'arête cardinale la charnière offre une dent de plus que dans les *Radiolites* et les *Sphérulites*.

Les *Hippurites*, les *Sphérulites* et les *Radiolites* étaient dépourvus de ligament ; la charnière, rejetée pour ainsi dire du bord des valves dans leur intérieur, permettait seulement à la valve supérieure de se mouvoir verticalement. Quand la coquille était ouverte, l'animal étalait le bord de son manteau sur tout le pourtour de ses valves et pouvait déposer ainsi les larges lames externes que l'on voit dans certaines espèces de *Sphérulites*. Dans les *Hippurites*, les bords du manteau se repliaient sur eux-mêmes, du côté de l'arête cardinale et des deux piliers. Un repli analogue devait exister autour de l'arête cardinale des *Sphérulites*, mais manquait chez les *Radiolites*.

Les *Hippurites*, les *Sphérulites* et les *Radiolites* présentent tous les caractères essentiels des Acéphalés lamellibranches : ils ont, comme ces derniers, une coquille bivalve dont le test est composé du même système de couches, des muscles au nombre de deux pour mouvoir leurs valves, une puissante charnière composée dans l'une des valves d'un certain nombre de dents cardinales qui pénètrent dans des fossettes correspondantes de la valve opposée ; comme certains lamellibranches, ils n'ont pas de ligament, circonstance qui se lie avec la position interne de l'appareil cardinal, mais ils n'en présentent pas moins dans l'ensemble de leur organisation des particularités qui en font un des groupes les plus singuliers parmi les lamellibranches.

Avec les *Brachiopodes*, ces animaux n'ont aucune analogie. Dans les *Brachiopodes*, la structure du test est entièrement différente, et chez ceux qui ont les coquilles perforées, les pores jouent un tout autre rôle que dans les *Hippurites*. Les muscles des *Brachiopodes*

sont conformés sur un plan qui est aussi entièrement distinct. Quant à la charnière interne des *Sphérulites* et des *Hippurites*, elle n'offre pas le moindre rapport avec le système d'apophyses si remarquables qui servent d'attache aux bras des *Brachiopodes*, apophyses que l'on ne voit, dans aucun de ces derniers mollusques, être enchâssées étroitement dans de profondes fossettes. La seule analogie peut-être que l'on puisse signaler entre tous ces animaux, c'est la ressemblance qu'offre le bord des coquilles dans les *Hippurites* et les *Cranies*, mais cette analogie prouve seulement que le bord du manteau, dans les animaux de ces deux genres, portait des appendices plus ou moins semblables, mais n'établit pas que l'ensemble de leur organisation était le même. On sait d'ailleurs combien ces appendices qui ornent les bords du manteau varient souvent dans les genres les plus voisins, les *Peignes* et les *Limes*, par exemple. Il ne faut donc pas attacher aux caractères qu'ils peuvent offrir autant d'importance qu'à ceux qui se lient aux grandes modifications de l'organisme.

Toutes les raisons que nous venons d'énumérer nous conduisent donc à admettre avec Lamarck, MM. Deshayes, Owen, Sæmann, Quenstedt et Woodward, que les *Hippurites*, les *Sphérulites* et les *Radiolites* doivent être classés parmi les *Mollusques acéphalés lamelibranches*, et non parmi les *Brachiopodes*, ainsi que l'ont fait après Goldfuss, MM. d'Orbigny et Pictet.

Il reste à déterminer maintenant dans quelle famille des lamelibranches ces animaux doivent être placés. On sait que les *Lamelibranches* peuvent être divisés en cinq grandes familles naturelles fondées sur la structure des lobes du manteau. La première, celle des *Ostracés*, renferme tous les lamelibranches qui ont, comme les *Spondyles*, les *Peignes*, les *Limes*, etc., les bords du manteau désunis dans tout le pourtour de la coquille, excepté la région cardinale. Dans la seconde famille, celle des *Mytilacés*, qui renferme les *Unio*, les *Anodontes*, les *Moules*, les *Pignes*, etc., les bords du manteau présentent deux ouvertures : l'une très grande pour le passage du pied, l'autre située du côté anal. La troisième famille, celle des *Camacés*, comprend tous les lamelibranches dont le bord du manteau présente trois ouvertures, l'une pour le pied, une seconde branchiale, et la troisième anale. Dans les mollusques de la quatrième famille, celle des *Cardiacés*, le manteau offre une ouverture pour le passage du pied, deux tubes séparés l'un de l'autre, l'un branchial, l'autre anal. Les *Venus*, les *Tellines*, etc., sont les principaux genres de cette famille. Enfin, dans la dernière famille, les *Myacés*, viennent se

grouper tous les lamellibranches, dont le manteau offre une ouverture en rapport avec la grandeur du pied, ouverture qui peut manquer quelquefois, et les deux tubes branchial et anal soudés l'un à l'autre dans toute leur étendue; les *Lutraires*, les *Myes*, les *Pholades*, les *Tarsets*, les *Arrosoirs*, appartiennent à cette dernière famille.

Les tubes des *Cardiacés* et des *Myacés* sont mis en mouvement par des muscles qui déterminent un sinus plus ou moins profond dans l'impression palléale des coquilles des animaux de ces familles, tandis qu'il est impossible de reconnaître sur une impression palléale sans sinus si le mollusque avait une seule, deux ou trois ouvertures à son manteau.

Cela posé, on conçoit que l'animal des *Hippurites* et des *Radiolites* étant encore complètement inconnu, on ne peut savoir si le manteau était largement ouvert, ou bien si quelques brides y déterminaient deux ou trois ouvertures distinctes; il faut donc se laisser guider par les caractères fournis par les coquilles pour parvenir à classer ces animaux. Or, quand je compare les coquilles des *Radiolites*, des *Sphérulites* et des *Hippurites* avec celles des *Acéphalés lamellibranches*, il me semble que c'est avec les *Cames* qu'elles présentent le plus d'analogie. Les *Cames* ont deux muscles, une charnière composée de dents très puissantes, et souvent les couches externes du test sont très développées. Tous ces caractères se retrouvent dans les *Sphérulites*; mais il y a plus, si les *Cames* ont les deux muscles adducteurs situés aux deux extrémités de leur charnière, dans un autre genre de la même famille, celui des *Tridacnes*, les deux muscles, réunis l'un à l'autre, sont venus se placer dans le milieu même de la coquille. Or, c'est précisément la même particularité que nous présentent les *Hippurites* et les *Sphérulites*. Les deux muscles adducteurs, séparés l'un de l'autre, et placés dans les *Sphérulites* de la même manière que dans les *Cames*, se sont pour ainsi dire déplacés dans la coquille, chez les *Hippurites* et les *Tridacnes*, pour se rapprocher l'un de l'autre, comme si l'animal avait éprouvé une sorte de torsion sur lui-même. Les *Hippurites* ont donc avec les *Sphérulites* les mêmes rapports que les *Tridacnes* avec les *Cames*.

Il n'en est pas moins vrai cependant que les *Hippurites* et les *Sphérulites* offrent des caractères assez particuliers pour qu'on doive les considérer comme devant constituer une tribu particulière dans la grande famille des *Camacés*. Je suis donc convaincu que les *Hippurites*, les *Sphérulites* et les *Radiolites* ne sont pas des *Brachiopodes*, mais des *Acéphalés lamellibranches*, qu'ils

devaient être beaucoup plus voisins des *Cames* que de tous les autres animaux de cette classe, et que dès lors on doit en faire une tribu spéciale dans la famille des *Camacés*.

A côté des *Hippurites*, des *Sphérulites* et des *Radiolites*, viennent se placer d'autres mollusques qui ont été distribués en un assez grand nombre de genres, savoir : les *Caprines*, les *Caprotines*, les *Caprinates*, les *Caprinelles*, les *Requienia*. Les caractères internes de la plus grande partie des espèces réunies dans ces genres, si l'on en excepte une ou deux petites espèces provenant des grès verts des environs du Mans, dont on a vu les charnières, sont complètement inconnus; en sorte que ces genres ne sont fondés que sur les formes extérieures qu'offrent les coquilles ou sur quelques particularités que présente la structure du test.

J'ai déjà eu l'occasion de faire sur ces genres quelques observations que je me propose de communiquer ultérieurement à la Société. Tout ce que j'ai pu voir jusqu'à présent ne fait que me confirmer de plus en plus dans la pensée que ces animaux doivent être rangés parmi les *Camacés*.

Explication des planches.

Pl. XVII, fig. 1. — Jeune individu de grandeur naturelle, montrant la valve supérieure. On y voit en (A) la trace de l'arête cardinale, en (B) et (C) les oscules correspondant aux deux piliers. On a enlevé en plusieurs points la surface externe du test pour faire voir la forme et la direction des canaux dichotomes, profonds.

Fig. 2. — Valve inférieure, de grandeur naturelle : (A) arête cardinale, (B) premier pilier, (C) second pilier, (D) impression du muscle adducteur antérieur, (E) impression de l'adducteur postérieur, (*mm'*) cloison transversale, (*p*) et (*o*) les deux lames détachées de cette cloison de chaque côté de l'arête cardinale, (*u*) autre cloison qui divise en deux parties la grande fossette comprise entre l'arête cardinale et le premier pilier.

Fig. 3. — Individu de grandeur naturelle dont la valve inférieure a été sciée dans le sens de sa hauteur et en avant du second pilier, pour faire voir la position qu'occupe la valve supérieure lorsque la coquille est fermée : (*c*) second pilier, (*d*) portion de l'attache du muscle adducteur antérieur, (*e*) impression de l'adducteur postérieur; ces deux attaches portées sur la surface externe de la grande apophyse qui se termine par la première dent cardinale (F). Cette dent, engagée dans son alvéole, est cachée par la cloison transversale (*mm'*). (G) et (H) les deux autres dents cardinales, au point où elles se séparent de l'apophyse unique qui les porte, avant de pénétrer dans les fossettes de la valve inférieure.

Fig. 4. — L'autre moitié de la valve inférieure de l'individu repré-

senté par la figure précédente : (E) attache légèrement concave du muscle adducteur postérieur. On voit que la paroi qui porte cette attache est beaucoup moins inclinée que celle qui est du côté opposé.

Les figures 3 et 4 montrent aussi très bien les couches lamelleuses externes du test et celles du dépôt nacré, ainsi que les deux dernières cloisons irrégulières que ces dernières ont produites au fond de la grande cavité de la valve; les autres cloisons, plus profondes, ont été brisées lorsqu'on a scié cette coquille.

Pl. XVIII, fig. 5. — Valve supérieure, de grandeur naturelle, vue par le côté qui est en arrière de la charnière. (A) arête cardinale, (B) premier oscule, (*i, i*) les deux petites cavités situées en arrière de la charnière de chaque côté de l'arête cardinale, (*d*) surface d'attache du muscle adducteur antérieur, (F) première dent cardinale, qui termine en arrière l'apophyse destinée aux impressions musculaires, (G) seconde dent cardinale, (H) troisième dent cardinale.

Fig. 6. — La même valve, vue du côté antérieur et légèrement relevée en avant. (B) premier et (C) second oscules, (*e*) surface d'insertion du muscle adducteur postérieur, (M) grande cavité correspondant à celle de la valve inférieure, (F) première dent cardinale, (G) seconde et (H) troisième dents cardinales. On voit que ces deux dents à leur origine sont plus larges que l'apophyse unique qui les porte.

Fig. 7. — La même valve, vue de côté, pour laisser voir la surface externe de la grande apophyse qui porte l'empreinte (*d*) du muscle adducteur antérieur et celle (*e*) du postérieur. On voit très bien que ces attaches, et principalement celle du second muscle (*e*), ont une surface légèrement convexe, et qu'elles sont divisées par des stries transversales en plusieurs lobes inégaux. (F) première dent cardinale. (G) une partie de la seconde dent cardinale.

Fig. 8. — Valve supérieure, de grandeur naturelle, vue par sa face interne, et telle qu'on l'obtient en la détachant à l'aide du marteau; toutes les apophyses sont restées engagées dans l'autre valve. (A) arête cardinale, (B) et (C) les deux oscules, (*i, i*) les deux cavités en arrière de la charnière et séparées par l'arête cardinale, (M) la grande cavité, (L, N) surface en fer à cheval par laquelle l'appareil cardinal et l'apophyse destinée aux attaches musculaires tenaient à la valve, (K) point repli qui se logeait entre les deux piliers et sur lequel M. Sémouin avait cru reconnaître une attache musculaire. On voit très bien sur tout le contour de cette valve les ramifications produites par le bord du manteau et les ouvertures des canaux.

Pl. XIX, fig. 9. — Individu de grandeur naturelle. La valve inférieure a été sciée longitudinalement du côté opposé à la charnière, et l'on a détaché une portion du bord de cette valve qui porte les deux piliers pour laisser voir la fossette destinée à loger la troisième dent cardinale. (B) et (C) les deux oscules, (*e*) empreinte sur la valve supérieure du muscle adducteur postérieur, (F) point de départ de la première dent cardinale, (G) une portion du côté antérieur de la seconde dent, (H) troisième dent cardinale. On voit que la fossette qui contient cette dent est assez grande pour qu'elle puisse librement se mouvoir dans

le sens vertical; (*mm'*) cloison transversale, en (*m*); cette cloison a été coupée au point où elle se détache du premier pilier; (R) sillon longitudinal correspondant au premier pilier. On voit aussi combien la cavité occupée par l'animal était petite dans cet individu.

M. Élie de Beaumont communique la lettre suivante, qui lui a été adressée par M. Ange Sismonda :

Turin, 29 avril 1855.

Je viens d'arriver de la course dont je vous ai parlé dans ma dernière lettre. M. Sella n'étant pas parti pour Paris, je cède au désir qu'il m'avait témoigné d'avoir une lettre de moi qui lui procurât l'honneur de se présenter à vous. Vous connaissez déjà M. Sella; je me restreins donc à vous dire qu'il est maintenant professeur aux écoles techniques, où il se distingue beaucoup.

Mon frère vient d'achever un petit travail sur les fossiles nummulitiques, que j'ai réunis dans mes courses dans notre pays. D'après ce travail, simplement paléontologique, le terrain nummulitique peut se diviser en deux grandes zones, dont la plus ancienne se distingue de la seconde par un très grand nombre d'espèces qui lui sont propres, mêlées à un très petit nombre de celles qu'on rencontre également dans le terrain éocène. A cette zone appartiendraient les dépôts des Corbières, de Biarritz, de Nice, etc. La seconde zone, supérieure à la première, peut se diviser, d'après ses fossiles, en deux étages, dont le plus ancien contient encore des espèces particulières à lui seulement; mais le nombre en est beaucoup diminué comparativement à celui de la zone précédente, tandis qu'il a proportionnellement augmenté le nombre des espèces éocènes. A cet étage se rattachent les dépôts de Saint-Bonnet et Faudon en France, de Pernant et Entrevernes en Savoie, de Cordaz et des Diablerets en Suisse, de Ronca, de Castel-Gomberto et de Montecchio-Maggiore dans le Vicentin. Enfin l'étage supérieur ou le moins ancien de la seconde zone diffère du précédent en ce qu'il renferme un nombre beaucoup plus restreint encore d'espèces exclusivement nummulitiques et par l'apparition d'un petit nombre d'espèces particulières à cet étage; en outre, on y trouve un certain nombre d'espèces miocènes. C'est à ce dernier étage qu'appartiendraient les conches avec Nummulites des collines des environs d'Acqui, du Dego, des Carcare, et d'autres lieux dans la vallée de la Bormida. Ces conclusions, à quelques exceptions près, sont les mêmes, comme vous vous le rappellerez, que celles auxquelles j'arrive dans la note que vous m'avez fait l'honneur de

communiquer à la Société géologique; car enfin ces conclusions viennent établir qu'il existe deux zones nummulitiques, comme vous l'avez annoncé depuis longtemps. Dans la note ci-dessus citée, je m'appuie sur les fossiles et sur le gisement de nos terrains pour démontrer la même chose, en ajoutant que le terrain nummulitique de Nice et de nos Alpes en général est antérieur au soulèvement des Pyrénées, c'est-à-dire qu'il est votre terrain nummulitique méditerranéen (*Notice sur les systèmes de montagnes*, p. 439), et qu'au contraire celui des collines d'Acqui, etc., est postérieur à ce grand soulèvement, et correspondrait, sinon au niveau géologique, sûrement à l'époque à laquelle vous placez votre terrain nummulitique soissonnais.

M. Delesse donne lecture de la notice suivante, qui lui a été adressée par M. Marcou :

Notes géologiques sur le pays compris entre Preston, sur la rivière Rouge, et el Paso, sur le rio Grande del Norte,
par J. Marcou.

Une expédition d'exploration pour l'établissement d'un railway entre la vallée du Mississipi et les côtes du Pacifique ayant étudié au printemps de 1854 le pays formant toute la partie nord du Texas, qui est encore inconnue, même au point de vue géographique, l'officier qui commandait cette expédition, M. le capitaine Pope, du corps des ingénieurs topographiques de l'armée des États-Unis, a bien voulu réunir des échantillons de roches et de fossiles, accompagnés de notes très intéressantes qu'il m'a soumises pour les coordonner. C'est le résultat d'une première inspection de cette collection et de la carte du pays parcouru que je viens résumer ici, comme complément aux quelques notes que j'ai présentées l'année dernière sur une reconnaissance géologique faite du fort Smith à Albuquerque.

Preston, petite ville servant de centre aux Indiens Chickasaus, se trouve sur la rivière Rouge de la Louisiane, à 30 milles plus à l'ouest que le fort Towson. Les bords de la rivière Rouge entre ces deux localités sont formés de roches calcaires et marneuses appartenant au terrain crétacé. Ces roches s'étendent, en remontant cette rivière et la false-Washita, jusqu'à la rivière Canadienne. De Preston, en s'avancant à l'O.-S.-O., en suivant le chemin tracé par l'expédition, on marche d'abord sur les roches de l'époque crétacée que l'on voit avec un très beau développement, surtout aux environs de Preston,

et dans les ravins de plusieurs tributaires et affluents de la rivière Trinity, notamment de l'Elm-Fork du Trinity. Ce terrain crétacé est surtout composé d'abord, à la base, de calcaires gris jaunâtres remplis de Gryphées brisées et formant lumachelle, dont l'espèce la plus commune est la *Gryphæa Pitcheri*; puis viennent des couches d'argile de couleur bleu pâle, un peu grisâtre, et renfermant de nombreux fossiles tels que : *Exogyra texana*, *Ostrea carinata*, *Pecten quinquecostatus*, *Toxaster texanus*, etc. Au-dessus des argiles se trouvent des calcaires blancs, subcrayeux, et qui renferment de grosses Ammonites et des Baculites, dont les plus communes sont : *Ammonites flaccidicosta*, *A. Pedernalis*, *A. Guadalupe*, *Baculites asper*, et plusieurs autres espèces inédites. La partie inférieure formée de calcaire à *Gryphæa Pitcheri*, et les argiles bleues à *Toxaster texanus*, correspondent au groupe néocomien d'Europe, tandis que la partie supérieure à grosses Ammonites et à Baculites correspond aux deux groupes du gault et de la craie tuffeau qui ne sont pas distincts en Amérique.

Au sujet du terrain crétacé en Amérique, je désire faire une rectification à ma lettre sur la géologie des montagnes Rocheuses, tome XI, page 474. J'ai rapporté à tort au terrain jurassique un grès blanc très friable qui forme les collines du milieu de la vallée du rio Grande del Norte, entre Santa-Fé, Albuquerque et le rio Puercos. Un examen plus attentif des coupes et des fossiles m'a convaincu que ces grès appartiennent à l'époque crétacée, et, bien plus, qu'ils représentent la craie blanche, de sorte que je suis conduit à regarder le terrain crétacé américain comme composé de trois groupes. Le premier est le groupe néocomien que j'ai signalé sur la rivière Canadienne, la false-Washita, et au Texas sur les plateaux situés derrière New-Braunfelds. Le second groupe est celui du gault et de la craie tuffeau qui sont indistincts, et qui ne me paraissent pas pouvoir être séparés aux États-Unis. Ils se montrent à Timber-Creek, près de Philadelphie, à Preston et au fort Washita, sur l'Elm-Fork de la rivière Trinity, et dans la région que M. Roemer nomme plateaux du Texas; de plus, on les rencontre dans les États d'Alabama, de Mississipi, Tennessee, Arkansas, sur le Haut-Missouri et aux Mauvaises-Terres (*Bad lands*). Enfin, le troisième groupe correspondant à la craie blanche d'Europe; il renferme surtout où je l'ai observé, et aussi d'après M. Roemer qui l'a rencontré dans les plaines du Texas, près de la rivière Guadalupe, des débris de poissons tels que dents, écailles et vertèbres appartenant aux genres *Ptychodus*, *Otodus*, *Lamna*, etc., quelques Ammonites, *Belemnitella*, *Inoceramus* et *Baculites*. Les localités principales où ce groupe

ne paraît bien déterminé sont Bordentown (New-Jersey), Shawneetown, sur Little-river, un des affluents de la Canadienne, dans les plaines, et par conséquent aux pieds des plateaux du Texas et dans la vallée du rio Grande del Norte, depuis le fort Fillmore et la Jornada del Muerte jusqu'à Santa-Fé et Galistéo.

Le terrain crétacé se trouve sur tout le chemin parcouru par l'expédition, depuis Preston jusqu'à un endroit désigné sous le nom de *Lower-cross-timber*. À ce point, on voit, au-dessous des assises crétacées, des grès gris rosâtres, souvent violets, ayant une inclinaison S.-S.-E., et en discordance de stratification. Cette formation de grès appartient aux roches carbonifères dont les assises occupent tout le pays relevé par l'expédition depuis la limite du *Lower-cross-timber*, sur l'Elm-Fork de Trinity-river, jusque près des sources de Clear-Fork-river du rio Brazos. Sur plusieurs points des abruptes et des cliffs qui bordent le rio Brazos, surtout aux environs du fort Belknap, on voit affleurer plusieurs assises de houille bitumineuse dont la richesse fait présumer un grand avenir à ce bassin houiller du Texas.

Les roches carbonifères du rio Brazos sont en connexion avec celles de l'État d'Arkansas, car elles ne sont recouvertes par les roches crétacées que sur une largeur de 30 milles près des rivières Rouges et de la Trinité, et comme le terrain carbonifère de l'Arkansas se continue sans interruption jusqu'au nord de la rivière des Moines, dans l'État d'Iowa, on voit que l'on a à l'ouest du Mississipi un immense bassin houiller (*coal field*) aussi considérable que celui qui se trouve à l'est de ce fleuve.

La partie supérieure et les sources ou *head waters* du rio Brazos sont placées dans les roches du Texas ou *new red sandstone*. Jusqu'à l'époque de mon exploration de la rivière Canadienne, cette importante formation du terrain triasique avait été méconnue, les uns la regardant comme du carbonifère, d'autres comme du silurien inférieur. M. le docteur Ferdinand Roemer, dans son exploration de la partie du Texas qui environne la colonie allemande de Fredericksborg et de New-Braunfelds, avait bien pensé reconnaître des roches triasiques; cependant il ne les cite qu'avec doute. M. Hitchcock, dans son rapport au capitaine Marcy (*Exploration of the Red river of Louisiana in the year 1852*), pense avec raison, d'après les coupes du docteur G. Shumard, que cette formation, qu'il nomme *gypsum formation*, n'appartient pas au terrain carbonifère, mais il ne sait pas au juste à quelle époque géologique il faut la rapporter. Dans l'exploration de la rivière Canadienne, et aussi d'après les notes du capitaine Pope sur les couches qui se trouvent aux sources du rio Brazos, j'ai vu très clairement que les roches triasiques viennent

reposer en stratification discordante sur les assises carbonifères, et qu'elles sont inférieures aux roches jurassiques qui forment le sommet de la célèbre *Table land*, ou plateau connu sous le nom espagnol de *Llano estacado*.

Le trias américain est composé surtout de grès rouges, friables, avec alternances d'argiles rouges, grises, jaunes, en un mot d'argiles irisées, et aussi avec interposition de grès gris, de dolomie ou *magnesian limestone*, et enfin il renferme d'immenses amas de gypse blanc amorphe ou cristallisé, par couches bien distinctes, ayant la même structure et la même texture que le gypse triasique de France, de Suisse et d'Allemagne. De plus, on y trouve aussi, comme en Europe, des sources salées et des efflorescences salifères; il n'y a pas de fossiles, à l'exception de fragments d'arbres silicifiés. Les caractères du trias américain sont très faciles à reconnaître à première vue; on a des roches rouges donnant un aspect rougeâtre à toute la contrée, avec des bandes blanches grisâtres formées par du gypse. Toutes les eaux qui courent ou sortent de cette formation sont séléniteuses et rouge-vermillon; aussi peut-on dire sans hésitation que partout à l'est des montagnes Rocheuses, où l'on a sur la carte des noms tels que *Red river*, *Vermillon river*, *Salt-Fork*, *rio Colorado*, c'est que ces rivières coulent, ou bien ont leurs sources dans les roches triasiques.

Le chemin parcouru par l'expédition a été constamment sur le trias, depuis près des bords du *Clear-water-fork* du rio Brazos jusqu'au pied du Llano estacado, aux sources mêmes du rio Colorado du Texas. Dans ce dernier endroit et à Rieg Spring, on a, dans les bancs qui forment les ravins où coulent les eaux supérieures du rio Colorado, des calcaires blanchâtres, subcrayeux, par couches stratifiées en discordance avec celles du trias, et renfermant des fossiles tels que : *Exogyra texana*, *Ostrea anomiaeformis*, *O. vesicularis*, var. *Aucella*, qui indiquent que ces roches appartiennent au second groupe des roches crétacées d'Amérique, groupe que j'ai désigné sous le nom de *gault et craie tuffeau*. Il est très probable que ces assises crétacées se retrouvent par places tout le long du cours du rio Colorado texien, et qu'elles sont en relation de continuité avec celles des environs d'Austin, de New-Braunfelds, de Fredericksburg, et des rios Guadalupe, Piedernales, etc.

À côté des roches crétacées, on a, au pied même du Llano estacado, des assises de grès rouges surmontées par de nombreuses couches de marnes irisées formant le sommet du trias; puis viennent en stratification concordante des assises de calcaire gris blanchâtre, contenant des rognons siliceux; quelques couches sont

oolithiques, de couleur très blanche, et les premières assises sont formées d'un poudingue très dur, à grains souvent très fins, et passant alors à un grès rosâtre. Ces dernières roches de grès roses et de calcaires blancs et gris qui couronnent les marnes irisées du trias, et qui forment tout le plateau du Llano estacado jusqu'au rio Pecos, appartiennent à l'époque jurassique. On trouve dans le calcaire des fragments de la *Gryphæa Tucumcarii*, fossile très caractéristique du terrain jurassique à Plaza larga et à Tucumcari, près de la rivière Canadienne. Ces roches du Llano estacado plongent d'une manière presque imperceptible à l'E.-S.-E.

En descendant l'abrupte du Llano estacado qui borde le rio Pecos, on trouve de nouveau, au pied du Llano, les marnes irisées, les grès rouges, et enfin les gypses saccharoïdes ou amorphes et cristallisés du trias.

A l'embouchure du Delaware-Creek dans le Pecos, on a dans le lit même du rio Pecos d'épaisses assises de dolomies, et au-dessous des grès rouges, très friables, et se décomposant facilement à l'action atmosphérique. Sur les deux rives du Pecos, il y a du drift et une espèce de poudingue de l'époque quaternaire, formé de débris roulés de toutes les roches sur lesquelles le rio Pecos coule depuis sa source à l'est de Santa-Fé. Le drift est surtout formé de sables et de roches roulées quartzenses en petits fragments.

En remontant le Delaware-Creek jusqu'à la base des mouts Guadalupe, on a un immense bassin (58 milles de largeur) de gypse blanc amorphe ou cristallisé, avec quelques assises de grès rouges et gris du trias. Ces couches gypseuses se prolongent le long du rio Pecos jusqu'à un endroit nommé *Horse-head-crossing*, et elles entourent le pied sud de la sierra de Guadalupe, formant les bassins salifères du Salt-lake, à 15 milles au sud du chemin pour El Paso.

Les sources du Delaware-Creek, formées par Independance-Spring et Ojo de San-Martine, sortent du calcaire grisâtre jurassique, de même que celui qui forme le Llano estacado. Comme les assises sont relevées ici par la dislocation des sierras de Guadalupe, des Cornudas, de los Alamos, de Sacramento, etc., on parcourt, en montant à la passe de Guadalupe, toutes les assises du trias et du terrain jurassique, les calcaires jurassiques étant ici recouverts par des grès blancs, grisâtres, souvent jaunes, à texture très fine et très dure, comme au Tucumcari et au Canon Blanco, près d'Antochico.

En descendant le flanc occidental de la sierra de Guadalupe, et en traversant les diverses autres sierras qui se trouvent de là jusqu'à la ville d'El Paso (État de Chihuahua), on rencontre les calcaires du carbonifère inférieur ou *mountain limestone*; ils sont fortement

relevés et en contact immédiat avec des roches éruptives, telles que granite, syénite rose et syénite noire à amphibole. Les trapps *greenstones* forment en grande partie la célèbre sierra de los Organos, dont les colonnes de trapp basaltique présentent dans le lointain l'aspect d'un jeu d'orgue des Titans. Enfin on a des grès blancs, très friables, s'étendant en bancs horizontaux dans les vallées qui séparent les différentes sierras. Ce grès, qui se décompose très facilement en sables blancs que le vent soulève pour former de véritables dunes, me paraît, autant que je puis en juger par analogie, sans avoir vu de fossiles qui en proviennent, devoir représenter la craie blanche ou supérieure, et n'être qu'une continuation de la bande de grès qui s'étend dans la vallée du rio Grande del Norte, entre Pena Blanca, Albuquerque et Las Lunas, et que j'ai reconnu dans ces régions pour appartenir au groupe de la craie blanche.

La sierra de Los Organos est aussi célèbre par les riches mines de plomb argentifère que l'on vient d'y découvrir, et qui commencent à être exploitées. La ville d'El Paso est située sur l'alluvion moderne du rio Grande.

M. Marcou fait la communication suivante :

Résumé explicatif d'une carte géologique des États-Unis et des provinces anglaises de l'Amérique du Nord, avec un profil géologique allant de la vallée du Mississipi aux côtes du Pacifique, et une planche de fossiles, par M. Jules Marcou.

INTRODUCTION.

Essayer de faire un tableau fidèle, clair et concis des connaissances géologiques que l'on possède sur une partie de l'Amérique du Nord, tel est le but que je me suis efforcé d'atteindre en rédigeant ces notes sur la géologie des États-Unis et du Canada.

La surface comprise dans les limites de ma carte est presque égale à celle de l'Europe entière; l'immensité de cette surface et les difficultés d'exploration dans des pays souvent malsains, inhospitaliers et déserts, sont des titres que j'invoque auprès de mes confrères en géologie pour les prier de m'excuser en lisant ces pages qui renferment, je n'en doute pas, beaucoup d'erreurs, ainsi qu'un grand nombre d'omissions.

De nombreux et excellents travaux publiés, soit par des Américains, soit par des Européens, ont fait connaître la géologie des deux tiers de cette vaste contrée, et c'est en m'appuyant sur ces

travaux mêmes que j'ai essayé d'étendre nos connaissances en pénétrant dans la *terra incognita* du Far-West, des Rocky-Mountains et de la Sierra Nevada de Californie.

Pour arriver aux résultats de géologie géographique que j'ai l'honneur d'exposer brièvement ici, j'ai exécuté en Amérique, de mars 1848 à octobre 1854, trois voyages pendant lesquels j'ai parcouru dans plusieurs sens toutes les contrées comprises entre les golfes Saint-Laurent et du Mexique, entre les côtes de l'Atlantique et celles du Pacifique ; en un mot, j'ai traversé en entier le continent de l'Amérique du Nord, depuis Sydney au Cap Breton, jusqu'à San-Francisco en Californie.

Deux amis m'ont beaucoup encouragé et aidé dans ces recherches, et sans leur puissant concours, je ne doute pas qu'il ne m'eût été impossible de les exécuter. Ces deux amis portent des noms chers aux sciences et sous lesquels je viens timidement abriter le mien : l'un est l'auteur des *Poissons fossiles* et des *Études sur les glaciers*, le célèbre Louis Agassiz, professeur à l'Université de Cambridge, près de Boston ; l'autre, savant géologue en même temps que l'un des bienfaiteurs de l'humanité, est le docteur Charles T. Jackson, de Boston, l'auteur de la découverte de l'éthérisation. Aujourd'hui que l'oragense et immense Atlantique nous sépare, et que, vivant dans un autre hémisphère, je suis privé de leurs conseils et de leurs leçons, je sens toute mon insuffisance en écrivant ces notes ; elles auraient besoin d'être revues et corrigées par ces deux savants. Le temps n'est pas éloigné où nous nous sommes assis autour du même feu de bivouac et où la même tente nous a abrités. Nous retrouverons-nous encore dans un même camp ? C'est un de mes désirs les plus chers, car je n'ai pas oublié nos longues causeries du soir, quand, à demi couchés sur des peaux de bisons, en présence de cette nature grandiose du nouveau monde et à la lueur d'une de ces magnifiques aurores boréales, chacun de nous racontait ses observations et aventures de la journée. Agassiz résumait habituellement les discussions avec cette éloquence, ce profond savoir et surtout cette lucidité qui l'ont mis depuis longtemps à la tête des naturalistes de notre époque. De pareilles leçons se gravent profondément dans la mémoire, et laissent des souvenirs que la distance ou le temps ne peuvent ni effacer ni même affaiblir. Si j'ai été assez heureux pour consigner ici quelques-unes des observations de mes deux savants amis et pour donner quelques faits nouveaux de géologie géographique, j'aurai, je pense, fait un travail qui pourra être de quelque utilité, surtout pour les géologues qui, entraînés comme

moi par la passion des voyages, suivront un jour ma trace dans ces contrées lointaines.

Il existe sur les hauts plateaux des montagnes Rocheuses, surtout aux environs du fort Défiance, une espèce de fourmi qui, au lieu de se servir de fragments de bois et de débris de végétaux pour élever son édifice, n'emploie que de petites pierres de la grosseur d'un pois ou d'un grain de maïs. Son instinct la porte à choisir les fragments de pierres les plus brillants ; aussi sa fourmilière est-elle remplie souvent de grenats transparents, magnifiques, et de grains de quartz brillants et très limpides. Les géologues ressemblent beaucoup à cette famille de fourmis des montagnes Rocheuses ; chacun de nous apporte sa petite pierre ; de plus, chacun de nous fait ses efforts pour donner un grenat transparent ou un quartz limpide ; il est vrai que cette transparence se change quelquefois en opacité, et que le quartz limpide devient enfumé et terne avec le temps. Mais enfin il y a eu bonne volonté, et c'est tout ce que l'Architecte exige : à lui de choisir et de placer les matériaux, à nous de lui en fournir. Géologue-voyageur, j'apporte aussi ma petite pierre. Pour venir d'aussi loin en a-t-elle plus de valeur ? Assurément non, car elle n'a que le mérite de la distance et de sa nationalité, et ce n'est qu'à ce seul titre d'étrangère d'outre-mer qu'elle vient se mêler aux autres.

MM. d'Archiac, de Verneuil et Haimé ont eu l'extrême complaisance de déterminer mes fossiles ; je les prie d'en recevoir ici mes sincères remerciements. Leur concours m'a été de la plus haute importance, et m'a permis de résoudre des difficultés que je n'avais pu toujours surmonter lorsque je me trouvais sur les lieux mêmes.

I. ESQUISSE GÉNÉRALE DE LA CONFIGURATION PHYSIQUE DE L'AMÉRIQUE DU NORD.

Les États-Unis et les provinces anglaises de l'Amérique du Nord se divisent en trois grandes régions qui sont : 1° La région orientale ou de l'Atlantique ; 2° la région centrale ou des montagnes Rocheuses, et enfin 3° la région occidentale ou du Pacifique. Chacune de ces régions correspond exactement aux trois grandes divisions géologiques de ce continent. Ainsi la région orientale est celle des terrains paléozoïques, la région des montagnes Rocheuses comprend les terrains secondaires, et la région occidentale est surtout celle des terrains tertiaires.

Les caractères distinctifs de ces différentes régions sont très

nombreux, et je vais essayer d'en donner une esquisse, mais auparavant je ferai remarquer un caractère physique commun à toutes les trois : c'est la direction N.-S. des chaînes de montagnes qui s'y trouvent. Cette direction N.-S. n'est cependant pas absolue ; ainsi les Alleghanys inclinent à l'E. et les Rocky-Mountains vers l'O., mais ces déviations n'ont aucune influence sur le relief général.

1° La région orientale ou de l'Atlantique comprend tout le pays situé entre les côtes de l'océan Atlantique, du golfe du Mexique et les prairies ou hauts plateaux de l'Ouest. La limite occidentale de cette région peut s'indiquer par une ligne qu'on tracerait d'Eagle-pass sur le rio Grande del Norte, et du fort Inge, au Texas, au fort Washita, de là à Council-grove, au Council-bluffs, et aux sources du Mississipi et de la rivière Rouge du Nord. Au N., elle est bornée par des chaînes de montagnes assez basses, connues sous le nom de *montagnes Laurentines*, et qui courent de l'E. à l'O., formant la ligne de partage des eaux qui se jettent dans la baie d'Hudson et de celles qui se jettent dans l'Atlantique et le golfe du Mexique. Les monts Laurentins sont composés de collines et de montagnes dont la hauteur varie entre 1200 et 2000 pieds (1), et qui, par suite de ce peu d'élévation, n'exercent aucune influence sur les vents du N. qui les traversent sans s'y arrêter, ce qui, soit dit en passant, est une des causes principales des grands froids de ces contrées.

Ainsi délimitée, cette région comprend toute la partie habitée actuellement et défrichée par l'homme blanc, embrassant tous les cours des fleuves Mississipi, Ohio, Hudson et Saint-Laurent, ainsi que les bassins des grands lacs.

Les montagnes qui se trouvent comprises dans cette région orientale sont d'abord les monts Notre-Dame dans le district de Gaspé dont la hauteur moyenne est de 2500 pieds, et dont la hauteur maximum ne dépasse pas 4000 pieds, puis les montagnes Vertes, les montagnes Blanches, les montagnes du Berkshire, et les monts Alleghanys qui courent du N.-E. au S.-O. avec de légères déviations N.-S. Les plus hauts sommets des montagnes Blanches n'atteignent pas 7000 pieds, et ceux des Alleghanys, dans la Caroline du Nord, ne dépassent pas 6000 pieds. Les monts Ozarkes qui forment la frontière O. de cette première région sont encore moins élevés que les Alleghanys dont ils paraissent être

(1) Dans tout ce travail, je me suis servi, pour les hauteurs et les distances, des mesures anglaises, et les degrés de longitude sont toujours rapportés au méridien de Greenwich.

une conséquence et une espèce d'appendice, ayant la même direction du N.-E. au S.-O. et s'étant formés à la même époque, à la fin de la période carbonifère ; leurs hauteurs varient entre 1000 et 2000 pieds.

Entre les monts Ozarkes, les montagnes Laurentines et les Alleghays, s'étendent de grandes plaines fortement ravinées, présentant, par suite de ce ravinage, de nombreuses ondulations dont la hauteur moyenne n'est guère que de 300 pieds, la hauteur maximum ne dépassant jamais 600 pieds.

2° La région centrale ou des Montagnes Rocheuses comprend tout le pays à l'ouest de la limite occidentale donnée précédemment à la région Atlantique, et le 44^e degré de longitude à l'O. du méridien de Greenwich. Elle est surtout formée de plateaux qui entourent de hautes montagnes. Ces plateaux vont en s'élevant graduellement des extrémités vers le centre de la région, en suivant des pentes tellement graduées qu'elles sont presque imperceptibles à la vue : leur hauteur moyenne est de 4000 pieds, quelques-uns atteignent jusqu'à 7000 pieds, et forment alors les passages entre deux chaînes des Rocky Mountains.

Les Montagnes Rocheuses présentent une ligne assez étroite courant du S. au N. avec une légère déviation de quelques degrés vers l'O. Cette ligne n'est pas continue, étant interrompue plusieurs fois, et formant ainsi plusieurs chaînes qui sont parallèles et imbriquées à la suite les unes des autres exactement comme les tuiles d'un toit. Les chaînes les plus orientales portent les noms de Sierra de los Organos, Sierra de Manzana, Sierra de Sandia, Sierra de Santa-Fé, Moro Peaks, Pike's Peak, Rocky Mountains proprement dites, Long's Peak, Laramie Peak et Black Hills. Elles ont des élévations au-dessus du niveau de la mer qui varient entre 10000 pieds et 12500 à 13000 pieds, et elles sont les réservoirs d'où sortent presque toutes les rivières qui vont se jeter dans le golfe du Mexique. Ainsi le rio Grande del Norte, le rio Pecos, les rivières Canadienne, de l'Arkansas, de la Platte et du Missouri, prennent leurs sources dans ces montagnes. Je ferai remarquer ici que le Red river ou rivière Rouge de la Louisiane, que les géographes ont longtemps confondu avec la rivière Canadienne, prend sa source aux pieds du Llano Estacado et n'a aucune communication avec les Montagnes Rocheuses ; il en est de même pour le rio Brazos et le rio Colorado du Texas.

Plus à l'ouest, les Rocky Mountains sont composées des chaînes suivantes : la sierra de los Ladrones, le mont Taylor, la sierra Madre, la sierra de Jemez, la sierra de San-Juan, et les mon-

tagnes occidentales des South, Middle et North Parks. Leurs hauteurs varient entre 8000 et 11000 pieds. Ce sont ces diverses chaînes qui forment la ligne de partage des eaux entre les océans Atlantique et Pacifique.

Les Wahsatch Mountains qui forment les régions occidentales du Grand Lac Salé appartiennent encore au système des Montagnes Rocheuses ; leurs élévations varient entre 5000 et 8000 pieds au-dessus du niveau de la mer.

La partie sud de cette région centrale est occupée par la Sierra Blanca ou Sierra de Mogoyon, dont les diverses chaînes sont dirigées de l'O.-N. à l'E.-S., et dont les hauteurs varient entre 10000 et 14000 pieds. Le rio Gila, le rio Colorado Chiquito et le Bill William fork, prennent leurs sources dans cette sierra.

3° La région occidentale ou du Pacifique commence là où les hauts plateaux du bassin du rio Colorado de Californie viennent se butter contre les chaînons de la sierra Nevada, et elle se termine sur les rivages mêmes de l'océan Pacifique. Elle comprend le *Great Basin* du colonel Frémont ou le *désert californien* des trappeurs, la sierra Nevada proprement dite, le Coast Range de la Californie et de l'Orégon, les Umpqua et Shasty Mountains entre la Californie et l'Orégon, le Cascade Range de l'Orégon, et enfin les belles et fertiles prairies de la Californie et de l'Orégon.

Le désert californien ou *Great Basin* est composé d'une série de chaînes de montagnes courant du N. au S., dont la sierra Nevada, qui en fait partie, n'est elle-même que la chaîne la plus occidentale. Cette partie du pays, dont l'élévation est de 3000 à 4000 pieds en moyenne (les pics s'élevant à 8000 et 9000 pieds), est composée d'un sol aride, sableux et sec. Les rivières et les lacs qui s'y trouvent en assez grand nombre n'ont aucun écoulement vers la mer, l'évaporation leur coupe toute communication; aussi les eaux y sont-elles presque toutes plus ou moins saumâtres et salées. Les belles prairies de la Californie présentent au voyageur qui vient de traverser le désert un des plus grands contrastes de végétation qu'il soit possible de trouver. Après avoir suivi pendant des semaines entières un chemin à peine tracé dans le sable et les rochers, il tombe sans transition, immédiatement en descendant les passages de la sierra Nevada, dans des plaines toujours vertes, et qui le disputent en richesse et en beauté aux classiques plaines de la Lombardie. Le Sacramento, le San-Joaquin, la Willamette, la Columbia, arrosent et entretiennent la fraîcheur de cet immense jardin du nouvel Eldorado.

Les chaînes de montagnes du désert californien et de la Nevada,

sans être aussi élevées généralement que les chaînes des Rocky Mountains, offrent un aspect plus imposant et plus grandiose; elles ont un faciès alpin, et ce sont même les seules montagnes des États-Unis dont les formes puissent se comparer à celles des Alpes. Les Rocheuses ont leurs arêtes arrondies, les pointes sont en forme de dômes; en un mot, elles ont un cachet d'antiquité, les temps géologiques les ont rongées et en ont enlevé les aspérités; tandis que les Névadiennes sont couvertes d'arêtes tranchantes, de pics dentelés, et d'aiguilles pointues et élancées comme les spires de cathédrales gigantesques. Le temps qui s'est écoulé depuis l'apparition des Névadiennes est court comparativement; on voit qu'elles n'ont encore ressenti que faiblement l'action destructive des divers agents en activité sur la surface de notre planète.

Le Cascade Range de l'Orégon renferme plusieurs volcans en activité ou éteints, et dont les hauteurs dépassent celles des plus hauts sommets des Rocky Mountains, car ils atteignent 14000 et 15000 pieds. Du reste, ce système n'est qu'une dépendance et une prolongation des chaînes de la sierra Nevada de Californie. Les Umpqua et Shasty Mountains croisent la sierra Nevada, et sont dirigées N.-O., S.-E., comme la sierra de Mogoyon; elles sont moins élevées que les sommets de la sierra Nevada et du Cascade Range, ne dépassant pas 6000 pieds.

Le Coast Range, qui s'étend tout le long de la côte, est un système de montagnes très peu important, et dont le relief n'atteint que quelques centaines de pieds au-dessus du niveau du Pacifique. Les Portes d'Or (*Golden gates*) de la baie de San-Francisco traversent un chaînon de ce système de montagnes, et le Monte Diablo que l'on aperçoit de loin comme une sentinelle avancée gardant les placers de la sierra Nevada fait aussi partie du Coast Range.

Cette région du Pacifique peut être appelée aussi le *pays de l'or*, tandis qu'avec autant de raison on peut désigner la région de l'Atlantique sous le nom de *pays de la houille*; la région centrale est le *pays du gypse, des grès rouges*, et c'est aussi la vraie patrie de l'Indien d'Amérique, des bisons et des antilopes.

II. TERRAIN SILURIEN.

Envisageant les dépôts des roches siluriennes de la même manière que l'ont fait MM. Murchison et Barrande dans leurs classiques et magnifiques ouvrages intitulés : *Strata* et *Système*

silurien de la Bohême, et adoptant les limites distinctes et très claires que ces deux savants ont les premiers exposées et établies, on arrive, pour les grands groupes et sections du terrain silurien de l'Amérique du Nord, exactement aux mêmes résultats stratigraphiques et paléontologiques que ceux obtenus en Europe.

Malgré les mille lieues qui séparent le pays de Galles et la Bohême, du lac Ontario et du Haut-Mississipi, on trouve, sur les deux côtés de l'Océan Atlantique, les mêmes groupes de roches avec de légères variations minéralogiques, les mêmes formes dans les faunes, et bien plus, souvent les mêmes fossiles. Sir R. Murchison avait à peine, en 1835, signalé et dénommé le silurien du Shropshire et de l'Hereford que M. Featherstonhaugh (1), moins d'une année après, reconnaissait des roches siluriennes aux cascades de Niagara, sur les bords du lac Michigan et aux environs de Saint-Louis. C'est à MM. Vanuxem, Emmons et Conrad que sont dues la classification et les descriptions du silurien d'Amérique. Chargés par le gouvernement de l'État de New-York de faire le *Geological survey* de cet État, ces trois savants sont les premiers qui aient, dans leurs *Rapports annuels*, fait connaître d'une manière précise et logique ses différentes couches et les faunes qui y étaient ensevelies.

N'ayant pu étudier les régions qui avaient servi de type pour la classification des roches du *Silurian system*, MM. Vanuxem, Emmons et Conrad ne pouvaient paralléliser d'une manière précise chaque groupe d'Amérique avec ceux d'Europe. Aussi ne s'en sont-ils pas préoccupés, divisant très judicieusement les différentes assises américaines indépendamment et sans aucune idée préconçue de parallélisme européen, en laissant cette intéressante et très difficile question entièrement de côté, et pour être traité par un observateur capable de l'éclaircir. Ainsi posé, le problème du parallélisme, non-seulement des groupes formant le silurien, mais aussi de ceux qui composent toute la période paléozoïque de l'Amérique du Nord, a été résolu en 1847 par le savant collaborateur de sir R. Murchison, qui, dans son *Siluria*, le nomme *his demum enlightened companion*, M. Édouard de Verneuil. Personne autant que ce géologue français n'était aussi bien en état d'aborder les extrêmes difficultés d'un pareil travail ; aussi pendant le voyage qu'il fit au Canada et dans les États-Unis en 1846, il reconnut et

(1) Je renvoie à l'appendice pour les titres des ouvrages consultés : j'y donne une liste de tous les travaux géologiques et paléontologiques que j'ai pu étudier pour rédiger ce travail.

synchronisa chaque groupe, en posant les limites de chaque terrain avec une précision telle que tout ce qui a été publié depuis par les géologues qui étudient le Nouveau-Monde n'a fait que confirmer ses idées et qu'apporter de nouvelles preuves de la rectitude et de la justesse du parallélisme que de M. Verneuil a établi entre les groupes des roches paléozoïques d'Europe et d'Amérique.

En suivant, bien entendu, ce parallélisme de M. de Verneuil, les roches de l'époque silurienne de l'Amérique du Nord se divisent comme celles d'Angleterre, de Bohême et de Scandinavie, en trois étages ou groupes principaux. Pour éviter toute confusion créée surtout par les dénominations de *système cambrien*, de *système Taconic*, etc., appliquées à des roches cristallines d'origine aqueuse, mais fortement métamorphosées, je prends, à l'exemple de M. Barrande, pour base du silurien d'Amérique, toutes les roches cristallines, métamorphiques ou non, sur lesquelles reposent les assises qui renferment les premières traces de la vie sur notre planète. En Amérique comme en Europe, cette base du silurien présente en quelques endroits des roches cristallines qui sont stratifiées, et qui ont dû être formées à une époque où l'on peut supposer que la chaleur de la terre était trop grande pour permettre l'existence des êtres animés. Ces schistes cristallins, désignés sous le nom de *système azoïque*, n'ont encore été soumis nulle part à des investigations assez nombreuses pour pouvoir en rien tirer de précis ni sur leurs âges, ni sur leurs groupements ni même leurs compositions intimes. Aussi laissant de côté ce que l'on nomme assez improprement le *système azoïque*, je ne m'occuperai que des roches dont les assises présentent les premières traces déterminables d'êtres vivants.

MM. Murchison et Barrande ont divisé le silurien en trois étages principaux, mais en même temps ils ont réuni les deux premiers sous le nom unique de silurien inférieur, et n'ont admis en réalité que deux étages, le silurien inférieur et le silurien supérieur, tandis qu'en fait il y en a trois : le silurien inférieur, le silurien moyen et le silurien supérieur. Les géologues qui, d'abord sous la direction de feu le savant Henry de la Bèche, puis actuellement sous celle de sir R. Murchison, relèvent et publient pour le compte du gouvernement anglais cette magnifique Carte géologique de Grande-Bretagne, d'Écosse et d'Irlande, qui n'a encore son égale dans aucun autre pays du monde, ont divisé et colorié le silurien en trois étages. Le professeur Ramsay principalement, qui a le plus étudié les roches siluriennes du pays de Galles, est celui qui a fait adopter cette division en trois parties, comme plus logique

eu égard à la topographie de la contrée, ainsi qu'aux groupements des assises. Sans adopter cette division du professeur Ramsay, qui est tout à fait locale et propre au pays de Galles seulement, je reconnais qu'une division en trois étages convient mieux pour décrire ces premières roches fossilifères, d'abord parce que cette division existe véritablement dans la pratique, et ensuite afin de supprimer ces dénominations de : *Partie inférieure du silurien inférieur, groupe cambrien et du terrain cambrien*, qui ont donné lieu déjà à tant de discussions et de controverses.

a. SILURIEN INFÉRIEUR.

L'étage du silurien inférieur comprend en Amérique ce que MM. Vanuxem et Emmons ont nommé *Potsdam sandstone* et *Calcareous sandrock*, et ce que M. D. Owen a désigné sous les noms de *Lower sandstone of the upper Mississippi* et *Lower magnesian limestone*. C'est dans les assises de cet étage que se trouve ensevelie la *faune primordiale* que M. Barrande a caractérisée d'une manière si claire et si distincte dans son *Système silurien de la Bohême*.

Les roches formant l'étage inférieur sont des grès très durs, à texture subcrystalline, à stratification un peu diffuse et de couleur rose ou gris blanc; il y a souvent, surtout vers la partie supérieure, des intercalations de calcaires magnésiens ou dolomies, et aussi des couches argileuses et calcaréo-sableuses. Chacune de ces différentes assises forme des sous-groupes très bien caractérisés dans les contrées où on les a observés, et M. Owen, dans les États de Wisconsin et de Minesota y a reconnu et distingué neuf divisions dont chacune contient des fossiles différents et présente une lithologie qui lui est propre.

Si l'on voulait donner au silurien inférieur d'Amérique un nom géographique, ceux de *roches de Potsdam* ou de *roches du Haut-Mississippi* peuvent l'un ou l'autre être employés indifféremment, car chacune de ces localités peut être prise pour type.

L'épaisseur des assises qui composent le silurien inférieur varie avec les localités de 300 à 1000 pieds. Dans beaucoup d'endroits, elles sont horizontales ou très peu inclinées, tandis que dans d'autres, tels qu'à Montmorency-Falls, près de Québec, à Sainte-Croix-Falls (Wisconsin), etc. . elles sont fortement relevées et disloquées.

Jusque dans ces dernières années, on n'avait rencontré que très peu de fossiles, seulement des *Lingula* et des *Obolus*. M. D. Owen, de New-Harmony, est le premier qui ait reconnu dans l'étage

du silurien inférieur une faune complète qui est aussi *primordiale* en Amérique et correspond parfaitement à la faune primordiale de Bohême. Cette faune se compose surtout de *Tribolites* ayant des formes caractérisées par le développement maximum du thorax et par la réduction du pygidium à un petit nombre de segments, de brachiopodes tels que *Lingula*, *Obolus* et *Orbicula*, et d'un ptéropode.

Liste des fossiles du silurien inférieur ou faune primordiale.

- Dikelocephalus minnesotensis*, D. Owen. — Cette espèce est très commune. Le lac Sainte-Croix, le mont La Grange, et au-dessous du lac Pepin, sur le Mississipi (Wisconsin et Minnesota).
- *pepinensis*, D. Ow. — Le mont La Grange et la tête du lac Pepin.
- *miniscuensis*, D. Ow. — Espèce très commune à l'île de la Montagne et à l'embouchure de la rivière Miniskah (Minnesota). Sur la rivière Menomonee, au-dessus des grands rapides (Michigan).
- *lowensis*, D. Ow. — Espèce qui se trouve dans les assises les plus inférieures, avec des *Lingula* et des *Obolus*. Au-dessous de Mountain island et vers l'embouchure du Black river (Iowa et Wisconsin).
- *granulosus*, D. Ow. — Se trouve à l'embouchure de la rivière Miniskah, dans le Mississipi.
- Lanchocephalus chippewaensis*, D. Ow. — Se trouve par milliers sur les bords de l'affluent nommé *Red cedar* ou *Menomonic* de la rivière Chipewa (Wisconsin).
- *hamulus*, D. Ow. — Mountain island et rivière Miniskah.
- Crepicephalus Miniscuensis*, D. Ow. — Assez nombreux à Mountain island et à la rivière Miniskah.
- *Wisconsinensis*, D. Ow. — Mountain island.
- Menocephalus Minnesotensis* D. Ow. — Rivière Miniskah.
- Obolus Appolinus*, Vern. — Très nombreuses sur les bancs du Mississipi, au-dessous de Mountain island.
- Lingula prima*, Corr. — Se trouve aux chutes de la rivière Sainte-Croix (Wisconsin), sur la rivière Escanaba (Michigan), à Koesseville (État de New-York).
- *antiqua*, Emm. — Chutes de Sainte-Croix, rivière Escanaba, Hammond et Alexandria (État de New-York).
- *pinnaformis*, D. Ow. — Chutes de Sainte-Croix.
- *ampla*, D. Ow. — Mountain island, sur le Mississipi.
- Orbicula prima*, D. Ow. — Chutes de Sainte-Croix.

Tous les fossiles précédents appartiennent aux parties les plus inférieures de l'étage de Potsdam, et n'ont pas encore été trouvés

mêlés avec ceux que l'on trouve dans les parties supérieures et qui sont :

Orthoceras primigenium, Van. — Trouvé dans la partie la plus supérieure de l'étage, près des couches de contact avec le silurien moyen. Vallée du Mohawk, près de Fort-Plain (État de New-York).

Straparollus Minnesotenus, D. Ow. — Traverse des Sioux (Minnesota).
Pleurotomaria muralis, D. Ow. — Au-dessous du fort Garry, sur la rivière Rouge du nord.

Turbo dilucula, Hall. — Middleville et Little falls (État de New-York).

Ophileta levata, Van. — Se trouve en abondance dans la partie supérieure du Calcareous sandrock, de la vallée du Mohawk.

Maclurca matutina, Hall. — Vallée du Mohawk.

Comme on le voit, la faune primordiale d'Amérique ne compte encore que 22 espèces bien déterminées; il est probable que ce nombre sera augmenté dans des proportions assez notables, et que de nouvelles régions seront reconnues renfermer le silurien inférieur. Déjà M. Ferdinand Roemer a signalé des fossiles trouvés sur les rives du rio San-Saba, au Texas, qui se rapportent certainement à cette faune primordiale. Ces fossiles sont trois Trilobites dont il nomme l'une *Pteroccephalia Sancti-Saba*, et une Lingule, la *Lingula acutangula*. Ces quatre espèces, ajoutées aux précédentes, font 26 espèces primordiales.

Le terrain silurien, formant une bande qui environne les montagnes Laurentines et qui s'étend tout le long des Alleghians, offre une vaste surface pour l'investigation de ses roches et de ses fossiles. Cependant le silurien inférieur ne s'observe pas partout. En dehors des endroits signalés précédemment, on le trouve dans le New-Jersey, la Pennsylvanie, la Virginie, la Caroline du Nord et la Géorgie. Dans ce dernier État, on y a trouvé une nouvelle espèce, le *Conocephalites antiquatus*, Salt., ce qui fait 27 espèces fossiles dans l'étage inférieur. On ne le trouve pas dans les États d'Ohio, de Kentucky, ni du Tennessee. C'est dans le Minnesota, l'Iowa, le Wisconsin, le Michigan, l'État de New-York et le Bas-Canada, qu'il est le plus développé, ou du moins dans lesquels on l'a le mieux étudié.

Dans les environs de Montréal (Bas-Canada), M. Logan a reconnu des traces et empreintes de pas d'animaux sur les surfaces de plusieurs assises appartenant au Potsdam sandstone. Cette découverte fut d'abord annoncée comme devant bouleverser toutes nos connaissances paléontologiques sur les premiers âges du monde terrestre, car on pensait que ces empreintes de pas avaient dû être

faites par des animaux vertébrés, ou tout au moins par des reptiles chéloniens. Or chacun sait que jusqu'à présent on ne connaît pas encore de poissons dans le terrain silurien d'Amérique, malgré les assertions de quelques géologues qui ont cru reconnaître, dans des fragments de crustacés indéterminables, des épines et écailles de poissons. Après une étude très minutieuse de ces empreintes (*foot-prints*), le professeur Owen a déclaré que ces *Protichnites*, comme il les nomme, ne proviennent ni d'une tortue ni d'aucun animal vertébré, mais bien d'un articulé probablement de l'ordre des crustacés, et devant ressembler beaucoup à une Limule. Or comme il est probable que les Trilobites ressemblaient aux Limules, et que l'on ne connaît encore de crustacés dans ces premières assises des roches sédimentaires que du genre Trilobite, il est assez naturel de penser que ces célèbres empreintes de Beauharnais (Bas-Canada) appartiennent à des espèces de Trilobites de la faune primordiale.

Tout le territoire de la baie d'Hudson qui se trouve au N. des grands lacs, en y comprenant le Labrador, a été reconnu composé presque exclusivement de roches siluriennes, ce qui fait présumer que lorsque des études géologiques un peu détaillées auront été faites sur ces contrées sauvages et très difficiles à explorer, on aura là un vaste champ pour étendre nos connaissances sur le silurien inférieur.

MM. Hall, Logan, Owen, Foster et Withney, ont rapporté au silurien inférieur les grès qui se trouvent tout le long de la côte sud du lac Supérieur, depuis le Sault-Sainte-Marie jusqu'à la rivière Saint-Louis, et en quelques points de la côte nord. Je pense que ces géologues ont été induits en erreur, car ces grès rouges et ces conglomérats appartiennent sans aucun doute au deuxième étage du nouveau grès rouge américain, ainsi que l'a parfaitement démontré le célèbre docteur Charles T. Jackson.

b. SILURIEN MOYEN.

Le silurien moyen est de beaucoup le plus important des trois étages du terrain silurien, d'abord par la surface relative qu'il occupe sur le globe, puis par le plus grand nombre d'assises qu'il présente, et enfin par la faune qu'il contient, et qui est véritablement la première faune un peu complète que l'on rencontre sur notre planète. En Amérique, de même et peut-être même mieux qu'en Europe, cet étage, qu'on pourrait désigner ici par les noms géographiques de *groupe de Trenton* ou *groupe de Cincinnati*,

présente un développement des plus considérables et qui intéresse au plus haut point les recherches géologiques.

Composé d'un grand nombre de couches renfermant des fossiles différents, quoique beaucoup de ces fossiles passent d'une couche à une autre, l'étage moyen a pu ainsi être divisé en un certain nombre de sous-groupes, qui ont reçu des noms particuliers dans chacun des différents États où ils ont été étudiés jusqu'à présent. Avant de faire connaître quelques-uns de ces sous-groupes, on peut dire en général que les roches qui forment le silurien moyen d'Amérique sont des calcaires compactes, souvent un peu marneux, très bien stratifiés par assises variant de trois pouces à un pied et demi, de couleur bleue, quelquefois noirâtre, avec intercalation de marnes noires, schisteuses, passant souvent à une véritable ardoise. Les fossiles y sont très nombreux et s'y recueillent souvent par milliers d'exemplaires; ils forment ce que M. Barrande appelle la *faune seconde*, caractérisée par de nouveaux Trilobites appartenant à des genres différents de ceux de la faune primordiale, et ayant un grand développement du pygidium par rapport au thorax; on y trouve en outre un grand nombre de brachiopodes appartenant surtout au genre *Orthis*, des céphalopodes, principalement des Orthocères à grand siphon latéral, des Graptolites, des Cystidées et des polypiers.

Dans l'État de New-York, où le silurien a été d'abord étudié avec le plus de détail en Amérique, voici les différentes divisions ou sous-groupes établis dans le silurien moyen: 1^o *Chazy limestone* ou *de-Lamotte limestone*, 2^o *Birdseye limestone*, 3^o *Black river limestone*, 4^o *Trenton limestone*, 5^o *Utica slate*, et 6^o *Hudson river group*. Ces sous-groupes ont été reconnus s'étendre sans modifications bien perceptibles, dans la Pennsylvanie, le Vermont, le Maine, le bas et le haut Canada. En Michigan, Wisconsin et Iowa, le développement des assises est moins considérable, et les sous-groupes sont beaucoup plus limités; M. D. Owen les a divisés de la manière suivante: *Formation III, a* et *b*, ou partie du *Saint-Peter's-shell limestone*, comprenant le *Galena or leaf-bearing limestone*.

Dans les États d'Ohio et d'Indiana, MM. Locke et Owen ont désigné d'une manière générale toutes les assises sous le nom de *Blue limestone*, sans établir de subdivision, quoique cependant les environs des villes de Cincinnati et de Madison présentent de superbes coupes de ce groupe, avec des caractères très distincts dans l'habitat des fossiles, et aussi dans la composition minéralogique des assises.

Au Tennessee, M. Safford a décrit le silurien moyen sous les noms de *Stone river group* et de *Nashville group*; il y occupe un espace assez vaste, surtout aux environs de Nashville, où il a été signalé dès 1836 par M. Gérard Troost, ce premier et célèbre pionnier de la géologie américaine dans l'ouest des États-Unis. D'ailleurs, comme à Cincinnati, les assises du silurien moyen du Tennessee sont formées d'un calcaire bleu, quelquefois noirâtre, avec quelques intercalations de minces couches d'argile bleue.

Il y a, dans l'État de Missouri, non loin de Saint-Louis, un *Galena limestone* identique avec celui du Wisconsin, et qui fait également partie du silurien moyen. En outre, on voit aussi, dans la partie du Missouri qui se trouve entre Potosi, Jefferson city et Fulton, d'autres subdivisions du même étage, se rapprochant du *Blue limestone* de l'Ohio, et qui ont des assises présentant le même aspect lithologique.

Dans le Canada et l'État de New-York, la partie supérieure du silurien moyen est formé d'un immense développement de schistes argileux, très fissiles, et ressemblant à des ardoises, qui a été nommé par M. Vanuxem *Utica slate* et *Hudson river group*; cette manière d'être de l'étage moyen n'est pas générale, mais est limitée aux bords des fleuves Hudson et Saint-Laurent.

Le silurien moyen a une distribution géographique qui présente une grande surface si on la compare aux régions de l'Amérique du nord explorées par les géologues. Commencant aux îles Mingan, à Belle-isle et à Terre-Neuve, où il a été reconnu par le capitaine Bayfield, il se poursuit tout le long du fleuve Saint-Laurent jusqu'à Montréal, de là il suit la rivière Richelieu, le lac Champlain et la vallée du Mohawk, ainsi qu'une partie de celle de l'Hudson. Il remonte la rivière Ottawa jusque près du lac Nipissing, suit les côtes orientales et septentrionales du lac Ontario, entre au lac Huron par la Georgian Bay, passe par les îles Drummond et Saint-Joseph, atteint le lac Michigan dans les baies Vertes et des Noquets, et se poursuit dans le Wisconsin, où il forme la partie supérieure de Saint-Antony falls sur le haut Mississippi. Son existence a été reconnue au lac Winipeg, près du fort Alexander, aux lacs Abbitibbie et Saint-John dans le territoire de la baie d'Hudson. Le docteur Jackson l'a signalé à Eastport et au Moose-head lake dans l'État du Maine. Il forme une partie des chaînes de montagnes parallèles des monts Alleghanys, dans les États de Pensylvanie, Maryland, Virginie, Caroline du nord et Géorgie, et pénètre même jusque dans l'Alabama.

J'ai déjà dit que ce terrain occupait une partie considérable

dans le sud-est de l'État de Missouri ; et enfin, dans le Texas, il a été reconnu par le docteur Kœmer, sur quelques parties du rio San-Saba.

La faune du silurien moyen d'Amérique comprend déjà près de trois cents espèces de mollusques, échinodermes, bryozoaires et polypiers, et plusieurs de ces fossiles se retrouvent dans le même horizon géognostique en Europe. Souvent ces fossiles sont si nombreux, que le sol en est jonché, et que le calcaire présente une lumachelle véritable. Je ne puis m'empêcher de citer les chutes de Trenton, Middleville et Chazy, dans l'État de New-York, les carrières des environs de Cincinnati et la coupe du chemin de fer qui va de Madison à Indianapolis, dans l'Indiana, comme localités types de cet étage, tant sous le rapport du grand nombre de fossiles que l'on y rencontre que sous celui du développement stratigraphique et lithologique des assises.

Liste des fossiles principaux et caractéristiques du silurien moyen.

Calymene scutaria, Conr. — Cette espèce est très abondante dans l'État de New-York, le bas Canada et le haut Canada, dans l'Ohio, l'Indiana, le Kentucky, le Tennessee, le Wisconsin et le Michigan.

— *Fischeri*, d'Eichw. — Se trouve à Knoxville, dans le Tennessee. Elle est caractéristique du même étage en Russie et en Suède.

Illænus crassicauda, Wahl. — Commune à Trenton falls, Middleville, à l'île Lamotte, dans le lac Champlain, en Pensylvanie, bas Canada, Michigan, à la prairie du Chien dans le Wisconsin, en Tennessee. Elle se trouve aussi dans le silurien moyen d'Angleterre, de France, de Russie et de Suède.

Ceraurus pleurexanthemus, Green. — Espèce très commune dans l'État de New-York (Trenton, Middleville, Watertown), à Cincinnati, à Lebanon dans le Tennessee, à Gallena (Illinois), en Michigan, à la prairie du Chien, et à la chute de Saint-Antony dans le Wisconsin. En Europe, elle a été trouvée en Irlande et en Scandinavie.

Trinuclæus caractaci, Murch., ou *T. concentricus*, Eaton. — Cette espèce, signalée dans le grès de Caradoc, à Welshpool, par M. Murchison, se trouve en abondance dans les schistes de *Hudson river group* et le calcaire de Trenton de l'État de New-York, à Cincinnati dans le *Blue limestone*, en Kentucky, dans le bas Canada.

Isotelus gigas, de Kay. — Les fragments de cette espèce se trouvent presque partout où l'on rencontre le silurien moyen dans les États de New-York, Pensylvanie, Virginie, Ohio, Indiana.

Kentucky, Michigan et Wisconsin, dans le haut et bas Canada, aux îles Mingan et à Belle-Isle. Les échantillons complets sont assez rares, cependant on en a obtenu plusieurs parfaits de conservation à Trenton falls et à Cincinnati.

Orthoceras multicameratum, Conr. — Espèce assez commune dans la partie inférieure du silurien moyen. On la trouve à Watertown et dans la vallée du Mohawk (État de New-York), dans le Tennessee, surtout aux environs de Lebanon, en Michigan, et près de Dubuque dans le Wisconsin.

— *laqueatum*, Hall. — Watertown et Middleville dans l'État de New-York, le haut Canada, et Turkey river dans le Minnesota.

Endoceras proteiforme, Hall. — Espèce très commune en même temps que variable avec les différentes localités. On la trouve dans tout l'État de New-York, le haut et bas Canada, en Michigan, dans le Wisconsin, au lac Winnipeg, à Cincinnati, et aux environs de Nashville dans le Tennessee.

Bellerophon bilobatus, Murch. — On le trouve par centaines à Trenton falls, Middleville, Watertown, la Chine et Montréal, Plattsburg, Cincinnati, Madison, la prairie du Chien, Dubuque, et en Michigan. Cette espèce se trouve aussi à Christiana en Norvège, et à Horderley en Angleterre.

Murchisonia bellacincta, Emmons. — Espèce commune, et qui est répandue sur une vaste surface. On la rencontre à Trenton falls, Middleville, Watertown, Turin, dans l'État de New-York, dans le haut Canada, le Michigan, à la prairie du Chien, à Turkey river dans le Wisconsin, à Cincinnati et à Nashville.

Maclurea magna, Lesueur. — Ce Gastéropode est très abondant dans le calcaire des carrières de Chazy et de l'île Lamotte sur le lac Champlain; on le trouve aussi communément à Watertown dans l'État de New-York, à Winchester en Virginie, à Lebanon en Tennessee, sur les bords de la rivière Escanaba en Michigan, sur ceux de la rivière Turkey dans l'Iowa, dans le bas Canada, et aux îles Mingan sur la côte du Labrador. Partout cette espèce caractérise la partie inférieure du silurien moyen.

Spirifer lynx, Eichw. — Ce mollusque brachiopode est l'un des fossiles les plus communs du silurien moyen en Amérique aussi bien qu'en Europe; il a été rencontré sur tous les points de l'étago et signalé depuis Terre-Neuve et le Labrador jusqu'au Tennessee et dans le Minnesota sur le haut Mississippi.

Orthis testudinaria, Dalm. — Cette espèce est encore plus commune que la précédente, on la rencontre par milliers dans le bas et le haut Canada, dans le Maine, l'État de New-York, la Pensylvanie, la Virginie, le Tennessee, le Kentucky, l'Ohio, l'Indiana, le Michigan, le Wisconsin et le Minnesota. On la

rencontre aussi dans le même horizon en Angleterre et en France.

- Orthis sinuata et occidentalis*, Dav. — Trouvé aussi en Angleterre, où elle est rare ; elle est, au contraire, très abondante dans les États de l'ouest de l'Union, surtout à Cincinnati (Ohio), Madison (Indiana), Maysville (Kentucky), Nashville (Tennessee), Savannah (Wisconsin et Iowa). M. Davidson a, avec raison, réuni ces deux espèces en une seule.
- *subjugata*, Hall. — Espèce commune à Cincinnati, Madison, Nashville et autres localités des États de l'Ouest.
- *Verneuili*, Eichw. — Cette belle espèce du silurien moyen de Russie a été reconnue par M. de Verneuil, aux rapides de la rivière Ottawa (bas Canada), dans la même position stratigraphique.
- Leptæna alternata*, Conr. — C'est un des fossiles les plus communs et les plus caractéristiques de l'étage, on le trouve depuis le Canada jusqu'au Tennessee et sur le haut Mississipi.
- *planconvexa*, de Vern. — Ce brachiopode se trouve surtout à Cincinnati, à Madison et à Nashville.
- *sulcata*, de Vern. — Espèce commune à Cincinnati et à Madison.
- *tenistriata*, Sow. — Ce fossile se trouve dans les États de New-York, Ohio, Indiana et Kentucky ; il est assez commun dans le bas Canada.
- *planumbona*, de Vern. — Se trouve abondamment à Cincinnati, Madison, Maysville, Nashville et aux chutes de Saint-Antony.
- Schizocrinus nodosus*, Hall. — Cette espèce de crinoïde est très commune, surtout les tiges qui forment souvent lumachelle dans le calcaire, Trenton falls, Middleville, Plattsburg, Watertown et en Michigan.
- Echino-encrinites anatiformis*, Hall. — On rencontre assez souvent ce fossile en compagnie du *Chonetes petropolitanus*, et de l'*Orthis testudinaria*. Se trouve à Turin, État de New-York, à White-horse rapids dans le bas Canada, et au fort Atkinson dans le Wisconsin.
- Glyptocrinus decadactylus*, Ant. — Se trouve abondamment dans le *Blue limestone* de l'Ouest, surtout à Cincinnati, Maysville et Madison ; on le rencontre aussi dans l'État de New-York et à White-horse rapids près des bords de l'Ottawa dans le bas Canada.
- Protaraca vetusta*, Edwards et Haime. — Ce polypier se trouve le plus souvent sur les coquilles des brachiopodes. Cincinnati, Madison et Watertown.
- Alveolites repens*, Edwards et Haime. — Je l'ai rencontré en abondance dans le calcaire de Trenton, qui se trouve au-dessus des belles cataractes de Montmorency près de Québec. En Europe cette espèce se trouve dans le silurien supérieur.

Chaetetes petropolitanus, Lonsdale. — Ce polypier est très commun, et caractérise le silurien moyen en Europe et en Amérique. On le rencontre par milliers à Trenton falls, à Cincinnati et à Madison.

— *ramosus*, Edw. et Haime. — Se trouve abondamment à Cincinnati et à Madison.

— *mammulatus*, Edw. et Haime. — Commun aux environs de Cincinnati.

— *tuberculatus*, Edw. et Haime. — Ressemble beaucoup au précédent, et se trouve à Cincinnati et à Madison.

Constellaria antheloides, Edw. et Haime. — Très belle espèce de polypier qui se rencontre assez abondamment à Cincinnati et à Madison.

Colusmaria alveolata, Goldf. — Très commune dans les États de New-York, d'Ohio, d'Indiana et de Tennessee.

Streptelasma corniculum, Hall. — Se trouve à Trenton falls, Watertown, Middleville, Cincinnati et Madison.

Graptolites pristis, Hisinger. — Les bryozoaires du genre Graptolites sont très communs dans les schistes d'Utica et le groupe d'Hudson. On les rencontre dans un grand nombre de localités, où ils offrent une vingtaine d'espèces différentes.

C. SILURIEN SUPÉRIEUR.

Suivant les diverses parties de l'Amérique où le silurien supérieur se trouve placé, on observe de très grandes différences dans la composition minéralogique de ses assises, dans leur épaisseur, et aussi dans les fossiles qui y sont renfermés. Dans quelques régions, l'étage se réduit à un petit nombre de couches qu'il est impossible de subdiviser en sous-groupes, tandis que dans d'autres, au contraire, il présente un vaste développement de strates qui sont divisés en plusieurs sous-étages assez importants.

Ainsi, l'État de New-York offre le silurien supérieur avec un développement bien plus grand que dans aucune autre région, non-seulement d'Amérique, mais même d'Europe. A la base, on y trouve des assises de grès et conglomérats, qui ont été caractérisés et classés par M. Vanuxem sous les noms de *Gray sandstone*, *Oneida conglomerate* et *Medina sandstone*. Ces conglomérats et grès sont très quartzeux, à grains fins et compactes, de couleur grise à la base, et passant au rouge lie de vin dans la partie supérieure. On n'a pas trouvé trace de fossiles dans le *Gray sandstone*, ni dans l'*Oneida* ou *Shawangunk conglomerate*; tandis que, dans les assises les plus supérieures du grès rouge de Medina, on trouve quelques fossiles spéciaux, tels que *Orbicula*, *Lingula*, *Bellerophon* et *Pleurotomaria*. A ces assises de composition arénacée se

superpose une série de couches de calcaires et de marnes, avec même quelques couches de grès intercalées, qui alternent et forment des subdivisions désignées par M. Vanuxem sous les noms de *Clinton group*, *Niagara group*, *Onondaga salt group*, *Water-lime group*, *Pentamerus limestone*, *Delthyris shaly limestone*, *Enerinal limestone* et *Upper Pentamerus limestone*. On peut donner, pour caractère minéralogique général de ces roches de la partie supérieure du silurien supérieur de l'État de New-York, qu'elles sont formées de calcaire de couleur gris clair, devenant quelquefois gris bleu, avec interposition d'argile grise bleuâtre, et quelques strates de grès rose blanchâtre. Les calcaires sont assez durs, bien stratifiés par assises variant de 1 pied à 2 pieds et demi d'épaisseur; plusieurs couches sont pétries de débris de tiges de crinoïdes et d'autres fossiles, et présentent alors une jolie pierre de taille, que l'on polit quelquefois pour s'en servir comme marbre. On rencontre dans les couches du *Clinton group* une assise de fer oolithique; et dans l'*Onondaga salt group* on voit, dans les environs de Syracuse, où il est très développé, des assises d'argile bleue verdâtre, avec calcaire sableux, magnésien; et aussi des couches et veines de gypse, avec argile salifère. Ce groupe d'*Onondaga* est tout à fait local et limité à la partie occidentale de l'État de New-York; c'est à peine si l'on en retrouve quelques traces dans le haut Canada. Les environs de Schoharie présentent un aspect particulier du silurien supérieur, qui ne s'est encore retrouvé dans aucune autre région de l'Amérique. C'est aux assises des roches qui se trouvent dans les environs de cette ville et dans les montagnes d'Helderberg que s'appliquent exclusivement les subdivisions que M. Vanuxem désigne sous les noms de *Waterlime group*, *Pentamerus limestone*, *Delthyris shaly limestone*, *Scutella or enerinal limestone* et *Upper pentamerus limestone*. Ces roches sont surtout des calcaires compactes alternant avec de rares assises de marnes sableuses, renfermant un grand nombre de fossiles, qui forment une faune presque spéciale à cette région; faune qui, cependant, possède tous les caractères de la faune du silurien supérieur. Les fossiles sont très nombreux dans les assises siluriennes supérieures de l'État de New-York, et ils se groupent de diverses manières, suivant les couches dans lesquels ils sont ensevelis, formant ainsi de bonnes divisions locales dans l'étage. Les argiles et calcaires du groupe de Niagara renferment le plus grand nombre de ces fossiles, et la localité de Lockport, près des cataractes du Niagara, est surtout célèbre par sa richesse en fossiles du silurien supérieur. On peut y recueillir assez facilement de cent-cinquante

à deux cents espèces, tant dans le groupe de Clinton que dans celui du Niagara.

Dans les États d'Ohio, d'Indiana et de Kentucky, le silurien supérieur forme une bande assez étroite autour du silurien moyen, qu'il environne complètement. Il n'en est pas de même dans le Tennessee, où il manque dans beaucoup d'endroits, le silurien moyen étant alors en contact, soit avec le dévonien, soit même avec le carbonifère. Les roches qui le composent sont exclusivement des calcaires grisâtres, durs, très bien stratifiés par assises de 1 à 3 pieds d'épaisseur, et formant, presque partout où l'on rencontre l'étage, des abruptes surplombant les assises argilo-calcaires du *Blue limestone*, et nommés alors, à cause de cette disposition en muraille abrupte ou *cliff*, en anglais, le *cliff limestone*. Il faut ajouter cependant que la partie tout à fait supérieure de ce *cliff limestone* n'appartient pas au silurien, et que les dernières assises représentent, dans cette région, le système dévonien. Les fossiles ne sont pas aussi abondants dans l'Ouest que dans l'État de New-York; cependant la localité de *Bear-Grass*, près de Louisville, est assez riche, surtout en crinoïdes, en brachiopodes et en polypiers. On trouve dans cet étage, dans l'Ohio et le Tennessee, une couche de fer oolitique identique avec celle du groupe de Clinton, dans l'État de New-York.

Sur les lacs Huron et Michigan, et sur le haut Mississipi, le silurien supérieur n'est représenté que par des calcaires, dont la puissance est assez limitée et qui n'offrent pas de subdivisions bien tranchées; M. D. Owen les a nommés, dans son beau travail sur la géologie du Wisconsin, de l'Iowa et du Minnesota, *Córalline and Pentamerus beds of the Upper magnesian limestone, or formation III c, of Saint-Peter's shell limestone*.

Quoique le silurien supérieur suive généralement la direction indiquée par les contours des limites du silurien moyen, sa distribution géographique en diffère en ce qu'il ne se rencontre sur aucun des bords du fleuve Saint-Laurent. Commencant dans le golfe Saint-Laurent, où il forme en entier cette île longue et stérile, connue sous le nom d'Anticosti, il se trouve au cap Rozière et à la pointe de Gaspé, s'étend au pied méridional des monts Notre-Dame, d'où il traverse la rivière Matapédic, gagne les lacs Madawaska et Temiscouata, remonte depuis Madawaska la rivière Saint-Jean jusqu'à sa source, traverse les cours des rivières Chaudières et Saint-François, et enfin atteint les bords du lac Memphramagog, sur les frontières, entre le Canada et le Vermont. Là, il pénètre un peu dans l'intérieur du Vermont, et se perd dans les nom-

breuses ramifications des montagnes Vertes, qui ont fortement relevé, brisé, et même métamorphisé en quelques endroits les assises dont il est composé. M. Dawson a reconnu le silurien supérieur à Arisaig et à *East river* près de Pictou, et à côté du village de Kent-ville dans la Nouvelle-Écosse; M. Logan l'a trouvé sur les bords du lac Temiscaming, au N. de la rivière Ottawa, dans le territoire de la baie d'Hudson.

Commencant dans la partie N.-E. de l'État d'Alabama, l'étage supérieur suit sans interruption toute la longue chaîne des monts Appalaches jusque dans l'État de New-York, où il atteint, ainsi que je l'ai dit précédemment, son plus grand développement, surtout sur les bords du lac Ontario, où il forme le côté méridional du lac, ainsi que les célèbres cataractes de la rivière Genesee à Rochester et celles du Niagara.

Les navigateurs et les voyageurs qui ont exploré le passage N.-O. de l'Amérique du nord à la recherche de sir John Franklin, ont rapporté des fossiles que M. Sattler a reconnu comme appartenant à la faune du silurien supérieur, de sorte qu'il est très probable que cet étage occupe de grandes surfaces de la région arctique américaine. J'avais pensé, d'après les rapports des géographes et explorateurs Frémont, Stansbury et Wislizenus, que le silurien se trouvait dans les Montagnes Rocheuses et le Nouveau-Mexique; mais, d'après mes propres recherches dans ces régions sauvages et peu connues, je ne pense pas que l'on y trouve jamais un seul lambeau de silurien; et bien plus, je doute même que l'on y rencontre la partie inférieure du dévonien.

La faune du silurien se distingue par des formes spécifiques et génériques nouvelles. Les Trilobites y atteignent le maximum de développement sous le rapport de la multiplicité des espèces, mais non des genres; les mollusques, céphalopodes, gastéropodes et acéphales y sont très nombreux, et les brachiopodes y ont joué un rôle tout aussi important que dans le silurien moyen. Quant aux polypiers, il y en a une immense quantité dont les formes sont tout à fait spéciales, tels que les *Malyites*. C'est aussi dans cet étage, qu'en Europe on a trouvé les premiers vertébrés; en Amérique, jusqu'à présent, on n'a encore rien trouvé que l'on puisse rapporter avec certitude à cette classe d'animaux. On peut évaluer approximativement le nombre des fossiles trouvés dans le silurien supérieur de l'Amérique du nord, à trois cent-quatre-vingts espèces distinctes.

Liste des fossiles principaux et caractéristiques du silurien supérieur.

- Calymene Blumenbachii*, Bronn. — Cette espèce est assez commune à Lockport et à Rochester; elle diffère spécifiquement du *C. senaria* de Conrad.
- *punctata*, Brunn. — On rencontre cette espèce dans les assises inférieures de l'étage, ou le *Clinton group* de M. Vanuxem, à Médina et Reynale's basin, État de New-York, Springfield, État d'Ohio, et Madison, dans l'Indiana. Elle est assez commune en Europe, ainsi que l'espèce précédente.
- Bumastus Barriensis*, Murch. — Cette espèce, si commune et si caractéristique du *Woolhope limestone* dans le Staffordshire, et à Malverns en Angleterre, se trouve aussi assez fréquemment dans le silurien supérieur d'Amérique, où on la rencontre associée avec le *Pentamerus oblongus*, à Lockport et à Rochester (État de New-York), à Springfield (Ohio).
- Phacops limulus*, Green. — Les fragments de cette espèce sont très communs dans les États de New-York, Ohio, Indiana et Kentucky.
- Homalonotus delphiaocephalus*, Green. — Ce trilobite se rencontre abondamment en Europe et en Amérique. Lockport, Rochester et Wolcott (État de New-York).
- Sphaerexochus mirus*, Bey. — On le rencontre dans la partie inférieure du *Cliff limestone* à Springfield (Ohio) et à Madison (Indiana). On l'a trouvé aussi en Bohême et en Angleterre.
- Lichas Boltoni*, Bigsby. — Ce grand et magnifique Trilobite se trouve encore assez communément dans les argiles de Niagara à Lockport, Rochester, Sweden et Wolcott (New-York).
- Ormoceras vertebratum*, Hall. — Espèce d'Orthocératite caractéristique du Clinton Limestone. Je l'ai trouvé à Lockport (État de New-York).
- Orthoceras annulatum*, Sow. — Abondant en Angleterre et à l'île de Gothland; on le trouve aussi assez souvent dans les marnes du groupe du Niagara, à Lockport et à Rochester, en Tennessee, à Madawaska dans le Maine, et en Michigan.
- Conularia Niagarensis*, Hall. — Ce fossile se trouve à Lockport, Rochester et Wolcott, dans les marnes du groupe de Niagara.
- Terebratula curvata*, Dalm. — Cette espèce, très caractéristique du silurien supérieur d'Angleterre, de Gothland et de Bohême, se trouve aussi communément à Lockport.
- *reticularis* var. *Niagarensis*. — Comme en Europe, la *T. reticularis* se trouve représentée en Amérique par deux variétés; dont une assez petite se trouve dans le silurien supérieur, tandis qu'une autre plus grande est propre aux couches du terrain dévonien. La première, que je distingue comme variété *Niagarensis*, est extrêmement abondante partout où l'on a constaté le silurien supérieur dans l'Amérique du nord.

- Terebratula Wilsoni*, Sow. — Ce fossile de l'*Aymestry limestone* d'Angleterre et de Gothland, se trouve dans le Tennessee et à Parkhurst dans le haut Mississipi.
- Pentamerus oblongus*, Sow. — Ce brachiopode, très commun en Angleterre et en Bohême, se trouve aussi en Amérique partout où l'on a constaté la présence du silurien supérieur. C'est surtout dans la partie inférieure de l'étage qu'on le rencontre.
- Spirifer sulcatus*, Dalm. — Cette espèce est très commune dans les argiles du Niagara, à Lockport, Rochester et Wolcott. Elle se trouve à l'île de Gothland.
- *crispus*, Dalm. — Moins commune que la précédente, avec laquelle elle a beaucoup de rapports; elle se trouve dans les mêmes localités en Amérique et en Europe.
- *niagarensis*, Conr. — Caractérise les argiles du groupe du Niagara à Lewiston, Lockport, Rochester et Wolcott.
- Orthis elegantula*, Dalm. — Se trouve en très grande abondance dans les argiles du groupe du Niagara, à Lockport, Rochester, Wolcott, etc., en Tennessee. Elle est aussi commune en Europe.
- *hybrida*, Sow. — Cette espèce se rencontre, avec la précédente, dans la même position stratigraphique en Europe et en Amérique; elle est aussi très commune.
- Leptæna depressa*, Sow. — Cette espèce présente une variété assez petite qui se trouve dans le silurien inférieur. Mais l'espèce type, qui est celle que je cite ici, se trouve en très grand nombre dans le silurien supérieur à Lockport, Rochester, Wolcott, dans le Tennessee, dans l'Illinois et à Gaspé. Elle est très commune en Europe.
- *transversalis*, Dalm. — Espèce très commune, et associée avec la précédente en Amérique comme en Europe.
- Hypanthocrinites decorus*, Phil. — Ce beau crinoïde, que l'on rencontre assez fréquemment en Angleterre et en Suède, se trouve aussi souvent à Lockport, Rochester, et en Kentucky, Tennessee et Wisconsin.
- Caryocrinus ornatus*, Say. — Cette espèce est très commune dans les marnes du groupe du Niagara à Lockport, à Rochester et à Wolcott, dans l'État de New-York.
- Callocystites Jewettii*, Hall. — Se trouve dans les marnes du Niagara à Lockport.
- Favosites Gothlandica*, Lamk. — Cette espèce de polypier qui est si caractéristique du silurien supérieur de l'île de Gothland et de Wenlock, se trouve en grande abondance à Lockport et à Rochester, dans l'État de New-York, et à Milwaukee, dans le Wisconsin.
- *Hisingeri*, Edwards et Haime. — Ce polypier, qui est assez commun à Gothland et à Wenlock, a été trouvé pour la première fois en Amérique par moi, au-dessus même des

cataractes du Niagara, dans l'île de la Chèvre (*Goat island*), vis-à-vis les îles des Trois-Sœurs (*Three-sisters islands*). En ayant donné plusieurs exemplaires à M. James Hall d'Albany, ce paléontologiste l'a réuni au *F. Gothlandica*, de Lockport, et en a fait une espèce nouvelle qu'il nomme *Favosites Niagarensis*, n'admettant pas que la *F. Gothlandica* existe en Amérique.

Halysites catenularia, Edw. et Haimc. — Se trouve dans le silurien supérieur d'Angleterre, d'Irlande, de Bohême, de Suède et de Russie. Aux États-Unis, on le rencontre à Bear-grass près de Louisville, à Milwaukee, à Ogden dans l'État de New-York, et à la partie inférieure de l'Ohio falls près de New-Albany.

— *eschwoides*, Fischer. — Ce polyfier est très caractéristique du silurien supérieur en Europe et en Amérique.

Zaphrentis Marcoui, Edw. et Haimc. — Se trouve à Lockport et à Rochester.

Strombodes pentagonus, Goldf. — Assez commune à Bear-grass près de Louisville, et à l'île de Drummond dans le lac Huron.

III. TERRAIN DÉVONIEN.

En Europe, le terrain dévonien se trouve partout dans une position stratigraphique discordante, et par conséquent parfaitement tranchée avec le terrain silurien, et bien plus, les deux parties dont il se compose n'avaient pas encore pu être classées d'une manière certaine, par suite de manque de superposition entre elles. Ainsi les calcaires de l'Eifel, du Hartz et du Devonshire, étaient considérés par quelques-uns comme plus récents que l'*old red sandstone* du Black Mountain dans l'Herefordshire, des Faes of Brecon and Caermarthen dans le South-Wales, et de Caithness et Cromarty en Écosse. L'étude de ce terrain en Amérique a démontré que le vieux grès rouge est plus récent que les calcaires de l'Eifel, et de plus qu'il est composé comme en Europe de deux étages dont la superposition est rendue évidente partout où ces deux divisions ont été reconnues.

Dans les États de New-York et de Pensylvanie, où les roches dévoniennes atteignent leur maximum de développement, on a deux étages très distincts. Le premier, qui se superpose en concordance de stratification sur les assises du silurien supérieur, est formé par des couches de grès, de calcaires et d'argiles, qui alternent et qui renferment de nombreux fossiles. Le second étage se compose d'une immense série d'assises de grès rouge qui ne contiennent que des restes de poissons comme en Écosse, et qui, de même que

l'old red sandstone des comtés de Caithness et de Sutherland, si célèbre depuis les découvertes et descriptions de Hugh Miller, le savant maçon et géologue écossais, n'est qu'une formation locale, occupant une place bien moins importante dans la série des roches stratifiées d'Amérique que l'étage inférieur dévonien.

Le terrain dévonien, quoique jouant cependant un rôle de premier ordre dans la série des roches sédimentaires américaines, ne présente pas cependant les mêmes caractères de constance et d'homogénéité dans sa constitution géognostique et dans sa distribution géographique que ceux que nous avons reconnus au terrain silurien. Très puissant et très développé à Gaspé, dans le bas Canada, et dans les États de New-York et de Pennsylvanie où ses strates atteignent une épaisseur de 14000 pieds, il devient tout à coup très peu puissant dans les États d'Ohio, Indiana, Kentucky, Michigan, Wisconsin et Iowa, où il se trouve réduit à une épaisseur de 100 à 200 pieds, et en Tennessee, il est encore plus limité, disparaissant entièrement à l'E. de Nashville où le calcaire de montagne (*lower carboniferous*) repose sur le silurien; il atteint un développement de 50 à 100 pieds dans le comté de Perry, et enfin il disparaît entièrement dans l'État de Missouri où le carbonifère repose directement sur les assises du silurien.

M. de Verneuil, avec ce coup d'œil profond et juste du géologue pratique qui a parcouru et étudié les terrains paléozoïques depuis les sommets arides et sauvages de l'Oural jusqu'aux sources de ces deux pères des eaux, les fleuves Saint-Laurent et Mississippi, a défini le premier le terrain dévonien d'Amérique, et l'a caractérisé de la manière la plus claire et la plus précise dans les États du milieu et de l'ouest de l'Union. Dans l'État de New-York le dévonien commence avec ce que M. Vanuxem a nommé les grès d'Oriskany (*Oriskany sandstone*), et comprend les nombreuses assises qui forment les sommets des monts Helderberg, les monts Catskill et presque toute la partie sud de l'État de New-York. On divise ces assises en deux grands groupes, savoir l'étage inférieur composé des sous-groupes suivants: *Oriskany sandstone*, *Camb galli grit*, *Schoharie grit*, *Onondaga limestone*, *Corniferous limestone*, *Marcellus slate*, *Hamilton group*, *Tully limestone*, *Genesee slate*, *Portage group* et *Chemung group*, et l'étage supérieur formé des nombreuses et diverses assises de grès, conglomérats et argiles sableuses de *l'old red sandstone*, connu aussi sous le nom de *Catskill group*, ou bien encore sous celui de *Montrose and Onondaga sandstone*. L'étage inférieur correspond aux calcaires de l'Eifel, du Hartz et du Devonshire, tandis que l'étage supérieur répond à

l'old red sandstone de l'Écosse et du S. du pays de Galles. Les nombreuses subdivisions de l'étage inférieur sont tout à fait locales, et même elles ne s'étendent pas à toutes les parties de l'État de New-York où le dévonien se rencontre. En général, on peut dire que cet étage est composé de couches de calcaires gris blanchâtres, alternant avec des marnes noires et verdâtres, sableuses, et de grès gris souvent calcaires ou marneux. Dans chaque subdivision, on a un certain nombre de fossiles caractéristiques; quelques-uns de ces fossiles passent d'une subdivision à l'autre, et plusieurs même se trouvent depuis le bas jusqu'au sommet de l'étage. Les fossiles sont très nombreux et appartiennent surtout aux genres *Spirifer*, *Terebratula*, *Calymene*, *Pentremites*, *Zophrentis* et *Cyathophyllum*. Les poissons commencent à s'y montrer, et les familles de plantes, qui atteignent un si grand développement dans l'époque carbonifère, ont quelques représentants ensevelis dans ces assises du dévonien.

Dans les États de Kentucky, Indiana, Ohio, Michigan et Iowa, le dévonien n'est composé que d'un seul étage d'assises, renfermant des couches d'un calcaire très fossilifère, de couleur gris clair, souvent blanchâtre, et se superposant en concordance de stratification sur les calcaires du silurien supérieur avec lesquels ils ont les plus grandes analogies lithologiques, et qui, réunis ensemble, forment ce que les géologues de ces régions de l'Ouest ont nommé le *Cliff limestone*; de sorte que la partie supérieure du *Cliff limestone* représente le terrain dévonien, et les parties inférieure et moyenne le terrain silurien supérieur. Plusieurs géologues avaient réuni au dévonien des assises de schistes noirs (*black slate*) qui se superposent au *Cliff limestone*, mais la présence dans ces schistes de poissons appartenant à des genres de l'époque carbonifère me fait penser qu'ils font partie du terrain carbonifère inférieur et qu'ils en forment la base.

Les chutes de l'Ohio à Louisville présentent le plus beau développement du dévonien, et peuvent être prises comme localité type de ce terrain. Le docteur L. P. Yandell, de Louisville, si connu par sa magnifique et unique collection de Crinoïdes paléozoïques, a très bien décrit les assises formant les chutes de l'Ohio (*Ohio falls*), et les a divisées de la manière suivante: D'abord reposant sur le calcaire silurien supérieur, si bien caractérisé à Bear-Grass, à 2 kilomètres des chutes (sur le côté du Kentucky), on a des assises de calcaire qui renferment un nombre prodigieux de polypiers, formant ici de véritables bancs de coraux fossiles et nommés

Coralline beds, puis viennent des couches de calcaire contenant de nombreuses coquilles appelées *Middle or shell beds*, et enfin au-dessus se trouve les *Upper or limestone beds*. Toutes ces roches sont à découvert dans les chutes mêmes, surtout lorsque les eaux sont basses, et l'on y voit la superposition et le développement horizontal des assises de la manière la plus complète et la plus claire. Les fossiles s'y rencontrent en quantité incalculable, et il y a plusieurs couches, surtout dans les *Coralline beds*, sur lesquelles il est impossible de poser le pied sans marcher sur un fossile. L'île du Grain (*Corn island*), Jeffersonville et le voisinage de Charleston, sont les trois points les plus riches en fossiles dévonien des chutes de l'Ohio.

Le dévonien forme l'extrémité nord de la péninsule de Michigan, ainsi que les îles du Bois-Blanc et de Mackinaw dans le lac Huron. Depuis plus de vingt années, on avait signalé et rapporté des fossiles des calcaires qui forment l'île de Mackinaw, et l'on était resté toujours indécis sur l'âge relatif de ces calcaires désignés sous le nom de *Mackinaw limestone* par le docteur Houghton. M. James Hall les avait d'abord rapportés au *Clinton group* de l'État de New-York, c'est-à-dire à la partie inférieure du silurien supérieur, puis en 1850, MM. Hall, Foster et Whitney les rapportèrent, d'après des recherches faites ensemble, au *groupe du Niagara*, et leur opinion fut communiquée à la Société géologique de France par une lettre adressée à M. de Verneuil, et imprimée dans le *Bulletin*, t. VIII, séance du 2 décembre 1850. En répondant dans la même séance à cette lettre, je déterminai pour la première fois, d'une manière rigoureuse, les calcaires de l'île de Mackinaw, en les rapportant au *terrain dévonien* et les synchronisant avec les calcaires de l'*Ohio falls*. Depuis MM. Hall et Forster ont adopté cette détermination, et dans leur rapport final sur la *géologie du lac Supérieur*, publié en 1852, ils ont admis que le calcaire de Mackinaw appartient au dévonien sans me rendre la justice d'avoir établi ce synchronisme, et ils ont donné cela comme un résultat de leurs propres recherches, tandis qu'en réalité ils avaient considéré ce calcaire comme du silurien et n'avaient modifié leur opinion que deux années après la publication de la mienne.

Quoi qu'il en soit de cette question de priorité, les couches calcaires composant en entier l'île de Mackinaw présentent un beau type de dévonien d'Amérique. Ces calcaires sont de couleur gris blanchâtre, quelquefois un peu bleuâtre, la partie supérieure étant caverneuse, bréchiforme et dolomitique. Les fossiles, sans

y être aussi abondants qu'à l'Ohio falls, sont cependant très communs, surtout les coraux suivants : *Zaphrentis gigantea* et *Emmonsia hemispherica*.

La pointe Saint-Ignace et le Gros Cap à l'entrée du lac Michigan sont formés par des assises calcaires de l'époque dévonienne, ainsi que les îles des Castors et du Renard dans le lac Michigan. La partie nord de l'État d'Illinois renferme une bande étroite du terrain dévonien qui traverse le Mississipi à la ville de Wyoming, entre dans l'État d'Iowa et remonte la vallée de la rivière du Cèdre rouge (*Red Cedar river*), allant disparaître sous les couches très puissantes de drift quaternaire qui se trouvent près des sources de cette rivière.

Dans le Haut-Canada, où il a été désigné par M. Murray sous le nom de *Upper limestone* (calcaire supérieur), le dévonien forme presque toute la presqu'île qui se trouve entre les lacs Érié, Saint-Clair et Huron. Tout en y conservant une puissance d'assises assez considérable, son épaisseur est déjà bien inférieure à celle qu'il a dans les États de New-York et de Pennsylvanie. Plus loin, vers l'ouest, comme à l'île de Mackinaw, le terrain dévonien a seulement 200 pieds d'épaisseur ; enfin, dans la vallée du *Red Cedar river*, État d'Iowa, il n'atteint que 60 pieds. Ainsi on peut dire que le système dévonien d'Amérique atteint son maximum de développement dans les États de New-York et de Pennsylvanie, et qu'il va en diminuant de puissance à mesure que l'on s'éloigne de ces États.

M. D. D. Owen, dans son beau rapport géologique sur le Haut-Mississipi, a décrit le dévonien sous le nom de *formation of the Red Cedar river*. Il est, dit-il, composé de roches calcaires d'une grande pureté, de couleur gris clair et blanchâtre, ayant la structure d'une pierre lithographique. Cette formation des calcaires de *Cedar and Iowa valleys* se subdivise en trois sous-groupes qui sont à la partie inférieure, le *Lower coralline beds*, puis le *Shell beds*, et enfin le *Upper coralloid limestone*. Les fossiles sont très communs dans ces assises, surtout les polypiers qui s'y trouvent en bancs, présentant de véritables récifs de coraux pétrifiés, comme à l'Ohio falls et à Mackinaw.

Le terrain dévonien a été reconnu près de l'embouchure du fleuve Saint-Laurent, à Gaspé, sur les bords des rivières Ristigouche et Saint-Jean, et il forme une partie du contour du bassin houiller du Nouveau-Brunswick. On ne l'a pas encore signalé avec certitude ni dans la Nouvelle-Écosse, ni au cap Breton ou à Terre-Neuve ; cependant M. Dawson, dans son beau travail intitulé *Acadian*

Geology, pense que plusieurs roches métamorphiques des *Cobroquid hills*, de New-Canaan et de Bear river dans la Nova-Scotia, appartiennent à des assises de l'époque dévonienne. M. Hitchcocka rapporté à ce système des roches métamorphiques qui se trouvent autour du petit bassin anthracifère de la partie sud-est de l'État de Massachusetts, notamment dans le comté de Bristol.

L'existence du dévonien dans les États de Missouri, Arkansas, Texas et Nouveau-Mexique, ainsi que près du fort Laramie, sur le côté oriental des montagnes Rocheuses, que j'avais cru devoir signaler comme très probable dans *A geological map of the united states*, etc., page 30, ne se trouve pas confirmée; d'après mes propres observations dans ces régions lointaines, je crois pouvoir dire que ce terrain n'y est pas représenté et qu'il n'affleure sur aucun point des montagnes Rocheuses. J'ai rencontré dans les montagnes de la sierra de Mogoyon ou sierra Blanca, entre le rio Gila, le rio Colorado et le rio de Zuni ou Colorado Chiquito, des grès rouges un peu métamorphiques placés entre les roches cristallines et éruptives qui forment les noyaux de ce système de montagnes, et les calcaires et grès du *Lower carboniferous* ou *calcaire de montagne*; je pense que ces grès rouges appartiennent au système dévonien et correspondent à l'*Old red sandstone*. Je dois ajouter que je n'y ai pas trouvé de fossiles. La localité où j'ai le mieux observé ces grès rouges dévoniens est nommée, sur la carte du capitaine Whipple, Pueblo-Creek.

Liste des fossiles principaux et caractéristiques du dévonien.

Holoptichus nobilissimus, Agass. — Les écailles et les vertèbres de ce poisson se trouvent en abondance dans les grès rouges du *Catskill group*, dans les États de New-York et de Pennsylvanie, et à Gaspé. Cette espèce est caractéristique de l'*Old red sandstone* d'Angleterre, d'Écosse et de Russie.

Asterolepis, Eichw. — Ce genre de poisson, si connu depuis les travaux d'Hugh Miller et d'Agassiz, est un des plus caractéristiques du terrain dévonien d'Europe; on en trouve quelques représentants dans les États de New-York et de Pennsylvanie.

Catymene bufo, Green. — Ce trilobite, connu aussi sous le nom de *Phacops macrophthalmus*, Brong., est très répandu dans le dévonien d'Europe et d'Amérique. On le rencontre depuis l'Altaï, en Russie, jusqu'au Tennessee et dans l'Iowa, c'est-à-dire sur un cinquième de la surface du globe. Très commun dans l'Eifel, on le trouve aussi en abondance à Schoharie et à Moscow (État de New-York), aux chutes de

l'Ohio (Kentucky), en Virginie, en Tennessee, dans l'Indiana, à Gaspé, dans le bas Canada, et enfin, à Rockingham et Red-Cedar, dans l'Iowa.

Chemnitzia nexilis, Pbill. — Ce fossile, commun dans le Devonshire et à Ferques, se trouve aussi abondamment aux chutes de l'Ohio et à Moscow, et au lac Seneca dans l'État de New-York.

Lucina proavia, Goldf. — Cette espèce si caractéristique du calcaire dévonien de l'Eifel, se trouve communément près de Jeffersonville, et à Levis's-creek dans l'Indiana, ainsi que dans l'État d'Ohio.

Terebratula reticularis, Linné. — Ainsi que je l'ai dit précédemment, ce fossile présente une variété plus petite dans le silurien supérieur. Celle-ci est le véritable *T. reticularis*, et elle caractérise le dévonien en Europe et en Amérique. On la trouve en abondance dans les États de New-York, Ohio, Indiana, Kentucky, Michigan, Iowa, et dans le haut Canada.

— *concentrica*, de Buch. — Ce fossile, qui est si commun dans le dévonien d'Europe, se trouve aussi en grande abondance en Amérique : États de New-York, Ohio, Kentucky, Virginie, Indiana, Michigan, Iowa, haut Canada.

Spirifer cultrijugatus, Roemer. — Ce beau brachiopode se trouve dans l'Eifel et aux États-Unis. Je l'ai rencontré aux chutes de l'Ohio, dans l'Indiana, l'Ohio et l'État de New-York.

— *heteroclitus*, Deffr. — Fossile très caractéristique du dévonien d'Europe, où on l'a trouvé dans les monts Timans, dans l'Eifel, en Bretagne, en Espagne et en Angleterre. En Amérique, il se rencontre dans l'État de New-York, à Louisville, et dans la vallée du Red-Cedar river (Iowa).

— *Fernetti*, Murch. — Ce fossile, que l'on trouve en France et en Belgique, existe aussi dans le *Chemung group* (dévonien) de l'État de New-York.

— *Cedarensis*, D. D. Ow. — Se trouve dans le calcaire dévonien de la vallée du Cèdre rouge, près de Rockingham, dans l'Iowa.

— *eurutaines*, D. D. Ow. — Très commun dans le dévonien des vallées du Red-Cedar et d'Iowa, ainsi qu'aux chutes de l'Ohio et à Columbus.

Atrypa elongata, Conr. — Ce beau fossile est très commun dans les grès d'Oriskany, surtout à Schoharie, où l'on en recueille de beaux exemplaires.

— *ungiformis*, Conr. — Se trouve assez communément, et associé avec le précédent. Schoharie.

Delthyris arenosa, Conr. — Commune, et se trouve avec les espèces précédentes dans l'*Oriskany sandstone*. Schoharie.

Chonetes naana, de Vern. — Ce petit fossile, très commun en Russie, se trouve aussi en abondance aux États-Unis. Charleston

- landing (Indiana), chutes de l'Ohio, Rockingham (Iowa).
- Olivanites Verneulii*, Yandel. — Magnifique crinoïde signalée depuis longtemps par Troost, et que l'on trouve assez communément à Jeffersonville, Ohio falls, Columbus dans l'Ohio, et près de Rockingham dans l'Iowa.
- Zaphrentis gigantea*, Rafinesque. — Cet énorme polypier qui atteint jusqu'à 2 pieds 1/2 de longueur avec un diamètre de 4 à 5 pouces, se rencontre en très grande abondance aux chutes de l'Ohio et à l'île de Mackinaw.
- *cornicula*, Lesueur. — Chutes de l'Ohio, et comté de Clark dans l'Indiana.
- *Rafinesquii*, Edw. et Haime. — Chutes de l'Ohio.
- Favosites Goldfussii*, d'Orb. — Ce polypier si caractéristique du dévonien en France, en Espagne, dans l'Eifel, le Hartz, l'Oural, et en Angleterre, se trouve en abondance à Charleston landing et à Bear grass, près de Louisville.
- *basaltica*, Goldf. — Commun dans l'Eifel, et, en Amérique, à Schoharie, Caledonia et Williamsville, dans l'État de New-York, et à l'Ohio falls et Charleston-landing, près de Louisville.
- *mammillaris*, Edw. et Haime. — Se rencontre en Kentucky, Tennessee, Indiana, Ohio, Michigan, Illinois, Wisconsin, et dans l'Iowa.
- *dubia*, Edw. et Haime. — Ce polypier, assez commun en France, en Allemagne, et surtout dans le dévonien d'Angleterre, se trouve fréquemment aux chutes de l'Ohio et à Charleston-landing, près de Louisville.
- Enmonsia hemispherica*, Edw. et Haime. — Caractérise le dévonien à l'Ohio falls, à l'île de Mackinaw, à Caledonia et à Williamsville (État de New-York). Se trouve en Espagne et en Angleterre.
- Syringopora tabulata*, Edw. et Haime. — Chutes de l'Ohio.
- *tabiporoïdes*, Yandel et Shumard. — Est assez abondant aux chutes de l'Ohio, à Charleston-landing et à Bear-grass. Se trouve aussi à Caledonia, dans l'État de New-York.
- Cyathophyllum helianthoides*, Golf. — Ce beau polypier, si caractéristique du dévonien de l'Eifel, et qui se trouve en Angleterre et en France, a été rencontré en Amérique, pour la première fois, par moi, derrière les glaciés du fort de l'île de Mackinaw.
- *rugosum*, Edw. et Haime. — Très commune aux chutes de l'Ohio, à Charleston-landing, dans l'Iowa, le Michigan et l'État de New-York.

IV. TERRAIN CARBONIFÈRE.

Nous voici arrivé à une série de roches dont l'importance sous tous les rapports scientifiques, et même industriels et commer-

ciaux, n'est ni égalée, ni même atteinte par aucun autre groupe de roches sédimentaires. Au point de vue de la science, le terrain carbonifère présente l'*horizon géognostique* le plus étendu, et dont les caractères sont le plus constants sur toute la surface du globe terrestre. En Europe, en Asie, en Afrique, dans les deux Amériques, et en Australie même, on le rencontre avec les mêmes roches, souvent aussi avec les mêmes fossiles; et l'on ne sait, en vérité, ce que l'on doit le plus admirer, de cette constance dans les caractères lithologiques de ses strates, ou de la présence des mêmes fossiles ensevelis dans des couches contemporaines et situées cependant aux antipodes les unes des autres. Depuis les zones glacées du Spitzberg, de l'île aux Ourses, et des îles Melville, jusqu'aux terres australes de la Tasmanie et de la Nouvelle-Zélande, le terrain carbonifère constitue des îles, des montagnes, des plateaux, des plaines, presque des moitiés de continent, où l'identité et l'unité des caractères lithologiques et paléontologiques offrent les plus beaux points de repère et les plus sûrs jalons pour les recherches géologiques. Semblable au navigateur qui reconnaît sa route par les reflets lointains des lumières fixes ou tourmentes des phares, le géologue-voyageur s'oriente en fixant ses regards sur les roches carbonifères qu'il peut presque toujours apercevoir dans les limites d'un horizon géographique.

Au point de vue industriel, le rôle du terrain carbonifère est encore plus important, car il renferme dans son sein la houille et le fer, ces deux agents les plus puissants du travail et de la civilisation, et sur lesquels reposent tout l'édifice industriel et commercial du XIX^e siècle. Aussi, plus une contrée renferme de strates de l'époque carbonifère, plus elle est riche, et l'on pourrait, pour ainsi dire, classer l'importance et l'avenir des nations en dressant la statistique des étendues du sol composé de terrain carbonifère comprises dans les limites du pays qu'elles habitent. Cette règle admet certainement des exceptions, et la Suisse, en particulier, en est un bel exemple.

Les États-Unis et les provinces anglaises de l'Amérique du Nord sont on ne peut mieux partagés, quant à l'étendue et à la puissance du terrain carbonifère, et l'on pourrait dire même qu'ils ont pris la part du lion. En jetant un simple coup d'œil sur la carte géologique annexée à ce travail, on voit quelle immense étendue ce terrain y occupe. Nulle part du monde connu des géologues, les roches carbonifères n'atteignent un si grand développement. Depuis Terre-Neuve jusqu'à l'île Vancouver, c'est-à-dire à travers la plus grande largeur de l'est à l'ouest du continent américain,

ou pourrait, pour ainsi dire, tracer une route qui reposerait presque constamment sur les strates de ce terrain, avec deux interruptions seulement, l'une dans la Nouvelle-Angleterre, et l'autre entre le Texas et les montagnes Rocheuses. En vérité, une si vaste extension des régions carbonifères est bien faite pour étonner les esprits les plus hardis qui se livrent aux études géologiques, et l'on ne peut actuellement se faire encore qu'une bien faible idée des changements et de l'influence que cette richesse minérale exercera sur la fortune, l'avenir, et même sur les mœurs de la société américaine. On peut dire, en général, avec un degré d'approximation assez grand, que le terrain carbonifère occupe, aux États-Unis et dans les provinces anglaises de l'Amérique du Nord, une surface de 180,000 milles carrés, c'est-à-dire la neuvième partie du territoire compris dans ces contrées, et que, comparé au globe entier, ou, du moins, à la partie connue géologiquement, l'Amérique du Nord possède plus du quart des surfaces réunies des différentes régions carbonifères.

Les roches carbonifères d'Amérique admettent, comme celles d'Europe, deux grandes divisions dans lesquelles viennent se grouper les diverses assises qui les composent. De plus, dans certaines régions, telles que le bassin houiller des États et territoires d'Iowa, Missouri, Kansas, Neosho, Cherokee, Choctaw, Chickasaw, Arkansas et Texas, on a une troisième grande division, qui paraît locale et particulière au bassin du Mississippi, et que, pour cette raison, je ne regarde pas comme formant un étage distinct dans les roches sédimentaires américaines. D'ailleurs ici, comme pour les grandes divisions des roches siluriennes et dévoniennes, M. de Verneuil est notre guide, et nous répétons avec lui cette grande vérité, qu'il a le premier fait connaître : « De toutes les divisions principales dont se compose le terrain paléozoïque d'Amérique, ce système carbonifère est celui qui est le mieux caractérisé et qui a le plus de caractères communs avec les dépôts européens de la même époque. »

a. CARBONIFÈRE INFÉRIEUR OU CALCAIRE DE MONTAGNE.

Le carbonifère inférieur, dont le caractère général, et, pour ainsi dire, universel, puisqu'on l'observe en Asie, en Europe, en Amérique et en Australie, est de renfermer des assises d'un calcaire grisâtre, dur, bien stratifié, et contenant de nombreux fossiles marins, présente cependant des variétés de structure géognostique dans diverses parties de l'Amérique du nord, surtout aux envi-

rons des grandes îles et des continents formés par les dislocations qui avaient élevé au-dessus du niveau de la mer les roches des époques silurienne et dévonienne. Les bassins carbonifères du golfe Saint-Laurent, de la Pennsylvanie et du Maryland, qui se sont déposés autour des montagnes Laurentines, des monts Notre-Dame, des montagnes Vertes et de celles de Catskill et de Helderberg, offrent, dans la composition de leurs assises, des particularités qui méritent une mention spéciale.

Dans le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Écosse et l'île du Cap-Breton, où le terrain carbonifère a été étudié avec le plus grand soin par MM. Jackson, Brown et Dawson, les roches carbonifères inférieures sont surtout composées, d'abord à la base, de marnes calcaréo-bitumineuses, de conglomérats et grès rouges; puis de marnes sableuses de couleur grise ou noires, d'argiles renfermant des amas de gypse blanc; des calcaires très fossilifères se superposent sur les gypses, et enfin des assises de grès et d'argiles rouges et grises terminent l'étage.

Dans le sous-groupe le plus inférieur, désigné et décrit sous le nom de *Lower part of the Lower carboniferous series*, se trouve une bande de *Pseudo-coal-measures*, consistant en assises de marnes schisteuses, calcaréo-argileuses, bitumineuses, de couleur brun foncé, avec des grès subordonnés, et contenant de temps à autres de minces couches de houille bitumineuse. Cette houille, qui se trouve ainsi au-dessous des bancs de calcaires à fossiles marins du carbonifère inférieur, indique que déjà la flore de notre planète avait subi de profondes modifications depuis l'époque dévonienne, et que les conditions de végétation, qui ont prévalu et régné avec tant de force et d'intensité pendant la période du terrain houiller, commençaient à se montrer, et, pour ainsi dire, préludaient et essayaient leur puissance. On trouve déjà, dans les couches de ce sous-groupe le plus inférieur, quelques plantes fossiles appartenant spécialement au genre *Lepidodendron*, des écailles et même des poissons fossiles complets, du genre *Pulmoniscus*. Les localités les plus remarquables pour observer ce sous-groupe sont : Horton et Windsor dans la Nouvelle-Écosse, Plaister Cove et le détroit de Canseau dans l'île du Cap-Breton, et enfin la mine d'Hillsboro dans le comté Albert, province du Nouveau-Brunswick. Cette dernière localité est surtout très remarquable, d'abord parce que la couche de houille y est assez puissante pour y être exploitée d'une manière très lucrative, et aussi à cause de la qualité de la houille, qui y est tellement bitumineuse qu'elle a été prise, par des ingénieurs des mines compétents, pour de

l'asphalte ; enfin, cette mine d'Hillsboro est aussi célèbre pour les beaux poissons fossiles (*Palæoniscus Alberti* et *Cairasi*) que l'on y trouve, et qui ont été très bien décrits et figurés par le docteur Charles-T. Jackson dans son *Report on the Albert coal mine*.

Le gypse qui se trouve enclavé vers la partie moyenne de cet étage est formé d'assises de 8 à 45 pieds d'épaisseur de gypse blanc, saccharoïde, quelquefois anhydre, avec argiles vertes et bleues. Ce gypse est exploité sur plusieurs points de la côte, notamment à Windsor, et ses assises blanches s'aperçoivent de loin, et tranchent de couleur sur le noir des couches de houille et des schistes houillers, ou sur le rouge des grès et conglomérats carbonifères et de l'époque du nouveau grès rouge. Les localités de Plaister-Cove et du Cap-Dauphin, dans l'île du Cap-Breton, sont surtout remarquables sous ce dernier rapport. Les premiers explorateurs de ces régions avaient rapporté ces gypses et les grès qui les accompagnent au *New red sandstone*, et c'est à M. Lyell que l'on doit la détermination de l'âge véritable de ces gypses ; seulement, de même que les premiers explorateurs avaient eu tort de rapporter tous ces gypses et grès rouges au *New red sandstone*, MM. Lyell et Dawson, exagérant leur détermination de *Lower carboniferous* pour ces roches, y firent entrer des gypses et grès qui appartenaient réellement au *New red sandstone*. Ainsi, depuis, il a été reconnu, surtout par les excellentes observations de M. Dawson lui-même, que les gypses et les grès rouges de l'île du Prince Édouard, des îles de la Madeleine et de plusieurs points des côtes de la baie de Fundy et de Minas-Basin, sont de l'âge du *New red sandstone* ou du terrain triasique.

Les calcaires qui se trouvent au-dessus et même au-dessous du gypse renferment souvent de nombreux fossiles, tels que *Productus Martini*, *concinus*, *Lyelli* et *spinus*, *Terebratula elongata*, etc. Les localités les plus célèbres pour trouver ces fossiles sont le cap Dauphin, Schubenacadie, Pictou, et surtout derrière la maison du juge Haliburton, le célèbre et *humorous* auteur de *Sam Slick, the clockmaker*, à Windsor ; là les calcaires sont très magnésiens et présentent une véritable lumachelle, tellement les fossiles y sont abondants.

L'épaisseur de toutes les assises du carbonifère inférieur, dans ces régions du golfe Saint-Laurent et de la baie de Fundy, est de 6000 pieds, et quelquefois davantage sur quelques points.

Dans les États de Pennsylvanie, Maryland et Virginie, la puissance des assises est moitié moindre, et ne dépasse jamais 3000 pieds. Commençant dans la partie tout à fait sud-ouest. de l'État de New-

York, le carbonifère inférieur est représenté dans cette région par des schistes rouges un peu sableux, et des grès et conglomérats siliceux qui bordent les bassins houillers et anthracifères des Alleghany. On n'y trouve ni poissons ni plantes comme dans le Nouveau-Brunswick, mais, en revanche, on y voit des traces non équivoques d'empreintes de pieds qui ont dû appartenir à un vertébré de l'ordre des reptiles. C'est M. Isaac Lea, de Philadelphie, qui, le premier, a appelé l'attention sur ce sujet, et à qui l'on doit la découverte et la description du *Sauropus primævus*, trouvé dans les schistes rouges au mont Carbon, près de Pottsville (Pennsylvanie). Sur les mêmes plaques de schistes argilo-sableux, où l'on voit les empreintes de pieds de ce *Sauropus* que M. Lea suppose être un quadrupède reptile ayant de 7 à 8 pieds de long, on a de nombreuses *ripple marks* et des *raindropspits* ou empreintes de gouttes de pluie fossile.

Les roches carbonifères inférieures de Pennsylvanie et de Virginie, désignées par les frères Rogers sous le nom de *Vespertines series*, ne contiennent pas de gypse, ni de houille, ni de calcaire, comme dans la Nouvelle-Écosse. Les fossiles y sont assez rares, excepté dans quelques couches de grès où l'on trouve abondamment des *Productus* et des *Spirifer*, et qui représentent le véritable *Mountain limestone*.

Dans les régions de l'ouest formées par les États d'Ohio, Indiana, Illinois, Iowa, Missouri, Kentucky, Tennessee, Alabama, Mississippi, Arkansas et Texas, le carbonifère inférieur commence par des schistes noirs (*bituminous slate* ou *black slate*) qui reposent sur les dernières assises de calcaire dévonien formant le *Cliff limestone*. Ces schistes noirs, que l'on a considérés quelque temps comme de l'époque dévonienne, appartiennent, suivant moi, au terrain carbonifère dont ils présentent tous les caractères distinctifs. A la partie supérieure, ces schistes alternent avec des grès à grains très fins, véritables Psammites de couleur blanchâtre. Ces grès, qui finissent ensuite par prédominer, à l'exclusion des schistes, ont reçu les noms de *Waverley sandstone series*, ou *fine grained sandstone and conglomerate*, ou *fine grained sandstone of the Knobs*, ou enfin de *siliceous group*. Dans le Kentucky et le Tennessee, on trouve avec ce grès de Waverley des calcaires remplis d'Eucrines, dont l'abondance des Eucrines a fait donner à quelques localités, notamment aux environs de Louisville, le nom de *Button mould Knobs* (collines à moules de boutons).

Au-dessus du *fine grained sandstone* (grès à grains fins) se trouvent des calcaires gris blanchâtres qui représentent véritablement le

Mountain limestone. Ces calcaires renferment souvent du minerai de fer, surtout en Kentucky et en Tennessee, où ce minerai est exploité avec avantage. Les fossiles y sont assez abondants, surtout les Crinoïdes, dont on rencontre souvent de magnifiques échantillons. Grayson-Spring, en Kentucky, est devenu célèbre pour ses têtes de Crinoïdes depuis les belles découvertes qu'y a faites le docteur Yandell.

Le fer n'est pas la seule richesse minérale que le carbonifère inférieur de ces régions renferme dans son sein ; on y rencontre sur plusieurs points des États de Kentucky, Ohio, Indiana, Missouri et Arkansas, des sources salées qui sourdent des roches de cette formation. Plusieurs de ces sources salées sont exploitées avec profit, surtout dans l'Ohio. Le calcaire carbonifère étant ici placé entre deux groupes de couches de grès, savoir : le grès de Waverley au-dessous, et le grès fin renfermant de la houille qui se trouve au-dessus et fait partie du carbonifère supérieur, présente, dans la partie centrale de l'État de Kentucky, le phénomène de roches cavernueuses développées sur une échelle vraiment grandiose. La décomposition de ce calcaire souvent siliceux et oolitique s'opère facilement par l'eau de la pluie et des sources, et il n'y a presque pas de ruisseau dans cette région qui ne coule ou ne sorte d'une caverne. La plus célèbre de toutes ces cavernes est celle de *Mammoth Cave*, près de *Bell's Tavern* ; elle a 5 lieues de long avec une immense série de labyrinthes dont le nombre n'est pas encore connu. Elle renferme une rivière, des lacs, où se trouvent ces célèbres poissons et écrevisses sans yeux ou plutôt à yeux atrophiés, dont les espèces identiques et avec des yeux vivent à côté dans la rivière Verte (*Green river*).

Dans l'État d'Iowa, M. D. Owen divise le carbonifère inférieur en deux séries. L'inférieure, qu'il nomme *formation des rapides du Mississipi*, est composée de six sous-groupes différents, tous formés d'assises calcaires plus ou moins compactes et pures, et contenant des nombreux fossiles. Cinq de ces divisions portent des noms spéciaux, et sont par ordre de superposition : le premier sous-groupe n'est désigné que sous le n° 1 ; 2° *the encrinital group of Burlington* ; 3° *the limestones of Hannibal* ; 4° les calcaires de *Keokuck-Landing* ; 5° *the shell-beds of the rapids of the Mississipi*, et enfin 6° *the Archimedes limestone*. La série supérieure, que M. Owen nomme aussi *formation du bassin de la rivière des Moines*, se divise également en six sous-groupes composés d'assises de calcaires souvent sableux, avec concrétions siliceuses, devenant quelquefois très magnésiens, et contenant aussi des couches de grès interca-

lées. Les fossiles, quoique nombreux, sont cependant moins abondants que dans la série inférieure. Réunies, ces deux séries n'ont que 400 pieds d'épaisseur; ainsi, comme on le voit, la puissance du carbonifère inférieur, qui est de 6000 pieds dans la Nouvelle-Écosse, et de 3000 pieds en Pennsylvanie, a considérablement diminué en se portant vers l'ouest.

Le carbonifère inférieur a été reconnu dans l'État d'Alabama et dans le coin nord-est de l'État de Mississipi. M. Nicolet l'a signalé dès 1839 autour de la ville de Saint-Louis où sa puissance est de 600 pieds, et en remontant le Missouri depuis Independence jusqu'à Council-Bluffs.

Le docteur G.-G. Shumard, du fort Smith, a signalé et décrit le calcaire carbonifère dans le comté de Washington, État d'Arkansas. Il y est composé d'un calcaire bleu ou gris foncé, contenant un grand nombre de fossiles, tous caractéristiques du carbonifère inférieur de la vallée du Mississipi. Il est probable que cette formation sera rencontrée sur plusieurs autres points de l'Arkansas. Je l'ai reconnue près de Shawnee-Town, dans les prairies de l'ouest où il forme le Delaware-Mount, en remontant la rive droite de la rivière Canadienne. Les fossiles que j'ai recueillis au mont Delaware sont: un *Productus* nouveau, figuré par M. Hall, dans le rapport du capitaine Stansbury, sous le faux nom d'*Orthis umbraculum*; plus, un véritable *Orthis* aussi nouveau et de nombreuses tiges de Crinoïdes.

Le carbonifère supérieur ou terrain houiller proprement dit, ayant été reconnu près des sources de la rivière Trinité et sur le rio Brazos (Texas), il est probable qu'on y découvrira aussi le calcaire de montagne; d'autant plus que le docteur Ferdinand Roemer l'a signalé et décrit sur le rio San-Saba, un peu plus à l'ouest que le fort Belknap.

Dans son excellent rapport sur son *Expedition to the great Salt-Lake*, le capitaine Stansbury, de l'armée des États-Unis, a reconnu le premier le carbonifère inférieur aux pieds mêmes des Montagnes Rocheuses, non loin du fort Laramie, près des Wind mountains, ainsi que sur la côte occidentale et dans une des îles du grand lac Salé. Depuis, ayant eu l'occasion, comme ingénieur des mines au service du gouvernement de l'Union américaine, de traverser tout le continent, en suivant autant que possible le 35° degré de latitude, j'ai rencontré le carbonifère inférieur formant les contre-forts, et même quelques sommets des Rocky mountains et de la sierra Madre dans le Nouveau-Mexique. Il y est composé surtout de calcaires compactes, gris bleuâtres, très fossi-

lifères, alternant avec quelques minces assises de schiste marneux et de grès à gros grains vers la base. Sa puissance est à peu près de 500 à 700 pieds. Ce calcaire, que l'on peut appeler ici à juste titre et peut-être même mieux qu'en Angleterre le *Mountain limestone*, car il est le seul calcaire que l'on rencontre dans les montagnes Rocheuses où il s'élève jusqu'à 12000 pieds au-dessus du niveau de la mer ; ce calcaire, dis-je, forme de longues bandes étroites de 2 à 4 milles de largeur au plus, et qui s'étendent le long des flancs orientaux et occidentaux des deux ou trois grands écailllements qui composent les Rocky mountains et la sierra Madre.

Voici les localités des montagnes Rocheuses où j'ai le mieux observé ce carbonifère inférieur, ainsi que les listes des fossiles que j'y ai recueillis. D'abord au village même de Pecos, près des sources du rio Pecos, où j'ai rencontré les fossiles suivants : *Productus semi-reticulatus*, *cora* et *scabriculus* ; *Terebratula subtilita* et *reniformis* ou voisine de cette dernière espèce, à deux plis en sinus ; *Spirifer triplicata*, Hall ; ce fossile est extrêmement abondant et est une espèce intermédiaire entre le *S. striatus* et le *S. fusciger*. J'y ai rencontré une variété plus transverse que le *S. triplicata* et dont l'aréa est plus développé. Quelques-uns de mes échantillons ne peuvent se distinguer du *S. striatus* d'Europe. Un *Orthis* nouveau, voisin de l'*O. sexilis* ; le *Myalina virgula*, de Koninck, espèce du carbonifère de Belgique, et qui n'avait pas encore été rencontrée en Amérique ; enfin l'*Amplexus coralloides*, Sow. Sur les sommets mêmes de la sierra de Sandia, au-dessus de la ville d'Albuquerque, en montant par Antonitto, j'ai recueilli les espèces suivantes : *Orthoceras*, espèce nouvelle, voisine de l'*O. giganteum* et contenant un Bellerophon dans la loge ; *Productus cora*, *scabriculus* et *flemingii* ; *Zaphrentis cylindrica* et *Stansburyi*. Dans le canon ou passage de San-Antonio, peu après avoir dépassé le village de Tegeras en allant à Albuquerque, on trouve un grand abrupte de calcaire de montagne où se trouvent les fossiles suivants : *Productus semi-reticulatus*, *cora*, *flemingii*, *punctatus*, *pustulosus* et *pyxidiformis* ; *Terebratula planosulcata* ; *Spirifer lineatus* et *striatus* ; *Amplexus coralloides*, *Zaphrentis Stansburyi* et des espèces de bryozoaires. Des calcaires carbonifères avec *Productus* et *Spirifer* se trouvent à côté de la ville d'El Paso (État de Chihuahua) ; sur le chemin de Covero au fort Défiance, tout près de ce fort ; et dans le passage de la sierra Madre, non loin d'*Agua fria*, sur la route de Covero au pueblo de Zuni.

Plus loin, vers l'ouest, j'ai encore rencontré le *Mountain limestone*

dans les lignes de dislocation de la sierra de Mogoyon ou sierra Blanca, où on le trouve composé d'un calcaire siliceux très dur, de couleur tantôt rose, presque rouge, tantôt blanc jaunâtre, et contenant les fossiles suivants : *Productus semi-reticulatus*, *cora* et *costatus* ; une Térébratule à plis plus gros que les espèces connues et un *Favosites*. Seulement comme dans quelques endroits (San-Francisco mountains), des volcans énormes ont déversé leurs laves sur ces roches, elles sont alors un peu métamorphosées et les fossiles y sont mal conservés.

Le carbonifère inférieur disparaît à peu près 50 milles avant d'atteindre le rio Colorado de Californie en suivant le 35° degré de latitude. Le lieutenant Whipple, chargé de faire les observations astronomiques pour établir la nouvelle frontière entre les États-Unis et le Mexique, a recueilli près de l'embouchure de rio San-Pedro, dans le rio Gila (État de Sonora), des échantillons de calcaires en place et non roulés, et qui contiennent le *Productus semi-reticulatus* et la *Terebratula subtilita*, fossiles très caractéristiques du carbonifère inférieur d'Amérique. Enfin, l'infortuné et célèbre comte Gaston de Raousset-Boulbon m'a remis, peu de temps avant qu'il soit fusillé à Guyamas, des fossiles (*Productus semi-reticulatus* et *costatus*) du *Mountain limestone* qu'il avait rapportés des contre-forts de la sierra d'Arizona, en Sonora.

M. Dana, le savant minéralogiste de New-Haven, a décrit le premier, dans son beau livre intitulé : *Geology of the exploring expedition of the United States*, le calcaire de montagne, dans le Puget's sound et à l'île de Vancouver où il occupe une grande surface.

Liste des fossiles principaux et caractéristiques du carbonifère inférieur.

Palaemoniscus Alberti, Jackson. — Des exemplaires complets de ce beau poisson ne sont pas rares dans les schistes noirs des mines de houille d'Hillsboro's ; et les écailles y sont très communes.

Phillipsia, inéd. — Ce petit Trilobite, très voisin du *P. ornata* de Portlock, se trouve assez communément dans les psammites et le calcaire à Encrines des *Button-mould-Knobs*, près de Louisville et de Salt river (Kentucky). On la rencontre aussi à Keokuck, aux rapides du Mississipi (Iowa), et Leavenworth (Indiana).

Nautilus tuberculatus, Sow. — Ce fossile est très caractéristique du carbonifère inférieur ; on le trouve en Russie, dans le Yorkshire, en Irlande, en Belgique ; et en Amérique, je l'ai

recueilli dans la Nouvelle-Écosse, le Nouveau-Brunswick, les États d'Ohio, Kentucky et Arkansas.

Terebratula Koissyî, Lév. — Commune en Europe. On trouve cette Térébratule à Windsor, dans la Nouvelle-Écosse, à Terre-Neuve, au cap Dauphin, dans l'île du cap Breton, aux environs de Louisville, à Greenville et à Terre-Haute, sur la rivière Wabash, dans l'Indiana, à Keokuk rapids, dans l'Iowa, à El Paso, dans le Chihuahua.

— *subtilita*, Stansbury. — Très commune dans le calcaire de montagne des régions de l'ouest. On le trouve dans l'Illinois, l'Indiana, l'Iowa, le Kentucky, le Tennessee, à Weston, près de la rivière Missouri, dans le comté de Washington (État d'Arkansas). Je l'ai recueillie par centaines à Tegeras, aux sommets de la sierra de Sandia, à Pecos, dans les montagnes Rocheuses, dans la sierra de Mogoyon, au grand lac Salé, à l'île de Vancouver, à El Paso, et sur le rio San-Pedro en Sonore.

— *planosulcata*, Phil. — Cotte espèce, commune dans le carbonifère d'Europe, se trouve dans l'Ohio, l'Indiana, l'Illinois, l'Arkansas, et je l'ai recueilli près de Tegeras, dans les montagnes Rocheuses.

Spirifer striatus, Mart. — Ce *Spirifer* est un de ceux qui atteignent la plus grande taille, et c'est l'un des fossiles les plus caractéristiques du carbonifère inférieur. Le *S. triplicatu* de Hall n'en est qu'une variété. Très commun en Europe, on le trouve en Amérique depuis la Nouvelle-Écosse jusqu'à l'île Vancouver. Je l'ai trouvé très abondamment dans les montagnes Rocheuses.

— *lineatus*, Mart. — Très commun en Angleterre, en France, en Belgique et en Russie. On le trouve aussi partout où le carbonifère inférieur est à découvert en Amérique, depuis Terre-Neuve jusqu'à l'île Vancouver. Il est cependant moins abondant que le *S. striatus*.

Orthis crenistria, Phil. — Cette espèce de Brachiopode, présente un exemple du passage d'un fossile d'un terrain dans un autre, et cela en Amérique aussi bien qu'en Europe, où on le trouve également dans le dévonien et dans le carbonifère inférieur. Par suite de cette vaste extension, dans le trajet et dans l'espace, l'*O. crenistria* offre de nombreuses variétés; celle qui est la plus grande et la plus abondante se trouve dans le carbonifère inférieur. On la rencontre dans les États de Pennsylvanie, Ohio, Indiana, Kentucky, Tennessee, Illinois, Michigan, Iowa, Missouri, Arkansas et Texas, dans les montagnes Rocheuses, le grand lac Salé et l'île de Vancouver.

— *Michelini*, Lév. — Ce fossile, associé avec le précédent, est aussi très commun et très caractéristique en Amérique et en Europe.

Productus semireticulatus, Mart. — Lorsque William Martin décrit, en 1793, ce beau fossile, qu'il avait trouvé abondamment dans le Derbyshire, surtout près de Groom-hill, il était loin de pouvoir supposer qu'on le rencontrerait dans presque toutes les parties des deux hémisphères, et qu'il était du très petit nombre d'êtres qui aient joui, ou jouissent du rare privilège de se répandre sur la plus grande partie de la surface du globe. On trouve le *P. semireticulatus* dans l'Altaï (Asie), dans toute l'Europe, là où le carbonifère inférieur existe ; dans l'Amérique du nord, il est répandu depuis Terre-Neuve jusqu'à l'île de Vancouver ; je l'ai vu formant de véritables lamachelles dans les montagnes Rocheuses, la sierra Madre, la sierra de Mogoyon, en Sonore, dans Chihuahua, au grand lac Salé et au détroit de Puget. Il a été recueilli en Bolivie, dans l'Amérique du sud, et aux environs de Sydney, en Australie.

— *Cora*, d'Orb. — Ce fossile est répandu sur un espace presque aussi grand que le précédent, et il est également très abondant. Oural, Spitzberg, Belgique, Angleterre, Espagne, États-Unis, Rocky mountains, Mexique, territoire de la baie d'Hudson, Bolivie, Haut-Punjab (Indes-Orientales).

— *flemingii*, de Vern., et *P. punctatus*, Sow. — Ces deux *Productus*, aussi communs que les précédents, se trouvent aussi dans les mêmes contrées.

— *costatus*, Sow. — Ce fossile, assez rare en Irlande et en Angleterre, se trouve abondamment en Russie. Je l'ai recueilli aux environs de Saint-Louis, dans le comté de Washington (État d'Arkansas), dans la sierra de Mogoyon ou Blanca, et dans la sierra d'Arrisona (État de la Sonora), où il est assez commun.

— *scabriculus*, Mart. — Espèce rare en Europe, où il se trouve en Belgique, en France, en Angleterre, en Irlande et en Russie. Je l'ai recueilli pour la première fois en Amérique, au village de Pecos, et aux sommets de la sierra de Sandia, dans les Rocky Mountains.

— *pyxidiformis*, de Kon. — Jusqu'à présent cette espèce n'a été trouvée qu'en Belgique, en Angleterre et en Irlande ; on ne l'avait pas encore signalée en Amérique. Dans mon exploration des Rocky mountains, en 1853, je l'ai recueillie près du village de Tegeras, où elle paraît assez commune.

— *pustulosus*, Phill. — Cette espèce, comme les deux précédentes, n'avait pas encore été trouvée dans l'Amérique du nord. Commune en Belgique et en Angleterre ; je l'ai recueillie à Tegeras, près d'Albuquerque, dans les montagnes Rocheuses. Cette abondance des *Productus*, dans le calcaire de montagne, a fait donner, dans différents pays, le nom de calcaire à *Productus*, à plusieurs de ses sous-groupes.

Myalina virgula, de Kon. — Ce fossile, du carbonifère de Belgique,

se trouve aussi en Amérique. Je l'ai recueilli au village de Pecos, près de Santa-Fé, dans les contre-forts des Rocky mountains.

Fusulina cylindrica, Fish. — Ce foraminifère est trouvé en abondance sur les bords des rivières Ohio et Missouri, dans un calcaire perforé dans tous les sens, avec de petites cavités laissées par les Fusulines, exactement comme M. de Verneuil l'a décrit en Russie, sur les bords du Volga.

Platycrinus Yandellii, B.-F. Shumard. — Les Crinoïdes sont très abondantes dans le carbonifère inférieur des régions des rivières Ohio, Mississipi et Missouri. Le *P. Yandellii* en est une des plus caractéristiques; on la trouve à Burlington, dans l'Iowa, et près de Salem, dans l'Indiana.

Agassizocrinus dactyliiformis, Troost. — Se trouve assez abondamment à Chester (Illinois), et dans le comté de Washington (Arkansas).

Pentremites florealis, Say. — Se trouve assez communément dans les comtés de Washington et de Crawford, dans l'Arkansas, ainsi qu'à Chester, dans l'Illinois.

Favosites parasitica, Phill. — Ce polypier, qui se trouve dans le Yorkshire et en Irlande, se rencontre en assez grande abondance à Bulton-Mould-Knobs, près de Louisville.

Amplexus coralloides, Sow. — Ce fossile se trouve répandu sur une grande surface, car on le rencontre, ainsi que les *Productus* nommés précédemment, depuis l'Oural jusqu'aux montagnes Rocheuses. Je l'ai recueilli dans les États d'Illinois, d'Iowa et d'Arkansas, ainsi qu'à Pecos et à Tegeras, dans le Nouveau-Mexique.

Lonsdaleia papillata, Fischer. — Se trouve aussi en Russie, en Angleterre et aux États-Unis.

Retepora Archimedes, Lesueur. — Polypier très caractéristique du carbonifère inférieur dans l'ouest des États-Unis, Indiana, Illinois, Iowa et Arkansas.

Lithostrotion basaltica, D. D. Ow. — Comme l'espèce précédente, ce polypier est abondant dans l'ouest des États-Unis. Il est plus connu sous le nom de *Stylina*, que lui a donné Lesueur en 1832.

Zaphrentis cylindrica, Edwards et Haime. — Ce polypier caractéristique du carbonifère en Belgique, en France, en Angleterre et en Irlande, se retrouve aussi en Amérique. Je l'ai recueilli aux sommets mêmes des montagnes Rocheuses, dans la sierra de Sandia, au-dessus d'Albuquerque.

— *Stansburyi*, Hall. — Cette espèce a été trouvée d'abord par le capitaine Stansbury, sur les côtes et les îles du grand lac Salé. Je l'ai recueillie assez abondamment aux sommets de la sierra de Sandia et dans le canon de San-Antonio, à Tegeras, dans les Rocky mountains.

b. CARBONIFÈRE SUPÉRIEUR OU TERRAIN HOULLER.

Au-dessus du *calcaire de montagne* commence une série d'assises de grès et de schistes argileux contenant des couches de houille, et qui constituent le terrain houiller proprement dit. Les caractères lithologiques et paléontologiques du carbonifère supérieur d'Amérique sont identiques avec ceux qu'il présente en Europe, à la seule exception qu'il renferme, enclavées entre les schistes houillers, quelques minces couches de calcaire d'origine marine, ce qui lui donne ici un caractère mixte qu'il ne possède pas en Europe. De plus, il est beaucoup plus puissant, et il s'étend sur une surface bien plus considérable que dans le continent européen.

Distribuées sur presque la moitié du pourtour des côtes du golfe Saint-Laurent, depuis la baie de Saint-Georges, à Terre-Neuve, jusqu'à Bathurst, dans la baie des Chaleurs, les couches de houille affleurent souvent à la surface, et bien plus, on les voit quelquefois dans les falaises qui surplombent la mer, paraissant inviter, pour ainsi dire, les vaisseaux qui croisent dans ces parages, à venir se charger de ce précieux combustible minéral. Les mines de Sidney, au Cap-Breton, et de Pictou, dans la Nouvelle-Écosse, sont célèbres par leurs richesses et les facilités qu'elles présentent pour le chargement des navires. La houille s'y trouve distribuée à différentes hauteurs, et l'épaisseur de ses couches est très variable. Ainsi, à Sydney, d'après les beaux travaux de M. Richard Brown, il y a trente et une couches différentes de houille, dont l'épaisseur totale, en les réunissant, est de 37 pieds. A South-Joggins, dans la baie de Fundy, on compte, d'après M. Logan, une épaisseur totale de 44 pieds de houille, distribuée entre soixante-seize couches, dont plusieurs sont extrêmement minces. Enfin, à Pictou, la mine d'Albion possède une épaisseur de 60 pieds de houille, distribuée dans deux grands bancs seulement, sans compter plusieurs autres petites couches de houille que M. Dawson n'a pas comprises dans ce calcul.

Les difficultés que présente l'exploration d'un pays aussi complètement boisé que l'est toute cette région des bords du golfe Saint-Laurent, ont conduit les premiers observateurs à quelques erreurs, qui ont été depuis parfaitement réparées, grâce aux recherches nombreuses et persévérantes de MM. Dawson, Brown et Lyell. D'ailleurs, si le pays est très difficile à étudier, les falaises de la mer présentent, en revanche, des coupes et sections on ne peut plus belles ni plus complètes, et qui ont ainsi fourni des points de repère et d'appui. Dans l'île du Cap-Breton, le terrain houiller est com-

posé de couches de grès et d'argiles alternant avec des banes de houille; on y trouve aussi, quelquefois, deux ou trois minces assises de calcaire. Les végétaux fossiles y sont très abondants, et présentent à peu près les mêmes espèces qu'en Europe; de plus, on voit souvent des troncs d'arbres de 1 à 2 pieds de diamètre, placés verticalement ou horizontalement; et c'est l'étude de ces troncs qui a conduit M. Brown à reconnaître l'identité des *Sigillaria* et des *Stigmaria*, ces derniers n'étant que les racines des *Sigillaria*.

M. Brown a recueilli aussi, dans une couche de schistes très bitumineux, des dents, os, vertèbres et écailles de poissons appartenant aux genres *Palæoniscus* et *Holoptychius*. En dehors du bassin houiller de Sydney on trouve, au sud de l'île du Cap-Breton, un autre bassin contenant des couches de houille très riches, surtout à Carribou-cove et à la rivière des Habitants; mais ces couches n'ont pas encore été exploitées d'une manière régulière, quoiqu'elles aient été décrites et signalées avec détail, dès 1848, par M. Dawson.

Les mines de houille d'Albion, près de Pictou, dans la Nouvelle-Écosse, présentent, dans la structure et la composition de leurs assises, des différences assez marquées avec les roches du même âge que l'on trouve au Cap-Breton et à South-Joggins. D'abord, la houille d'Albion contient plus de charbon, de bitume, et moins de sulfure de fer que celle des autres régions du golfe Saint-Laurent. La puissance des couches exploitées est aussi beaucoup plus considérable, ainsi que je l'ai dit précédemment. Enfin, on y trouve un plus grand développement de marnes noires schisteuses associées avec la houille, et une absence complète des grès gris et des marnes rougeâtres, qui sont intercalés en si grande quantité entre les couches de houille de Sydney et de Joggins. De plus, les couches contenant la houille sont recouvertes, à Albion, par un puissant conglomérat de couleur rougeâtre que l'on ne retrouve nulle part ailleurs, et qui correspond, jusqu'à un certain point, à des grès rouges qui se trouvent à la base de ce que M. Dawson a désigné et décrit sous le nom de *Newer coal formation of the East part of Nova-Scotia*. Ce *Newer coal formation* est surtout composé de grès et de marnes rougeâtres et grises, alternant avec quelques assises d'un calcaire sableux et deux ou trois très minces couches de houille et de gypse. Les fossiles y sont assez rares et limités à quelques empreintes de plantes et à des écailles de poissons génoïdes. La hauteur des assises de cette partie supérieure du terrain houiller est d'au moins 5000 pieds, ce qui, joint

aux 5000 pieds qui forment la puissance des groupes à couches de houille productive, donne plus de 10,000 pieds pour le développement, dans l'ordre vertical, des assises composant le carbonifère supérieur ou terrain houiller du golfe Saint-Laurent.

Les falaises de la côte de la baie de Fundy, près du lieu dit South-Joggins, offrent une des coupes les plus belles et les plus continues qu'il soit possible de rencontrer pour les roches carbonifères. Cette localité, qui est si connue par les descriptions exactes que nous ont données MM. Jackson, Logan, Dawson et Lyell, est surtout remarquable par le grand nombre d'arbres et autres plantes fossiles conservés en place dans leurs positions verticales, et aussi par la découverte que MM. Dawson et Lyell y ont faite en septembre 1852, dans un tronc de *Sigillaria* à racines stigmaricennes, d'un reptile de l'ordre *Labyrinthodon*, que le professeur Owen a nommé *Dendroperon acadianum*. La découverte de ce batracien, qui, suivant Lyell, devait avoir 2 pieds et demi de long, et appartient au premier groupe des animaux vertébrés respirant l'air, vient confirmer la découverte du *Sauropus primævus* de Lea, mentionné précédemment, et se synchronise avec les empreintes des pas de reptiles trouvés dans le terrain houiller de Horton-Bluffs (Nouvelle-Écosse) et du comté de Westmoreland (Pennsylvanie), ainsi qu'avec l'*Archegosaurus Decheni*, espèce de reptile décrite par Goldfuss, et qui a été trouvé dans le terrain houiller des environs de Sarrebrück (Prusse rhénane). Il est juste d'ajouter que M. Dawson avait déjà trouvé, en 1851, aux mines de houille d'Albion, près de Pictou, un crâne d'un reptile *Labyrinthodon* appartenant à une autre espèce que celle trouvée plus tard à South-Joggins, et que le professeur Owen a nommée *Baphetes planiceps*.

Il existe un petit bassin houiller contenant de l'anthracite au sud de l'État de Massachusetts et dans la partie orientale de l'État de Rhode-Island. Lorsque ces roches carbonifères supérieures se sont déposées, il est certain qu'elles devaient être en connexion avec les mêmes roches des bassins houillers de la Nouvelle-Écosse et de Pennsylvanie; et leur présence dans cette partie de la Nouvelle-Angleterre est comme un trait d'union entre les couches de Potteville et celles de Pictou. Ce petit bassin anthracifère de l'époque du carbonifère supérieur est remarquable surtout par sa position géographique, qui remplit la solution de continuité entre les bassins houillers du golfe Saint-Laurent et des Alleghany, et aussi par les phénomènes métamorphiques auxquels il a été soumis à l'époque des éruptions granitiques et por-

phyroïdes qui ont donné naissance au système des monts Alleghanys. La chaleur produite par ces éruptions a changé les marnes schistenses en ardoises, la houille en anthracite, et même, dans quelques endroits, elle est passée à l'état de graphite ou plombagine.

Après avoir traversé le *Blue Ridge* et la première chaîne des Alleghanys, on rencontre, dans le fond des vallées longitudinales de la Pennsylvanie, de petits bassins appartenant au terrain houiller, et contenant de l'anthracite. Cette région anthracifère pennsylvanienne, est divisée en trois districts, connus sous les noms de *the Schuylkil or Southern coal region*, *the Middle coal region*, et enfin *the Wyoming, Wilkesbare, or Northern region*. Depuis près de trente années, époque à laquelle on a commencé à exploiter l'anthracite en grand, cette région est devenue d'une très grande valeur industrielle, valeur qui ne fait que s'accroître chaque année par suite de la perfection des moyens de communication, et surtout à cause de la proximité des grands centres de population des villes les plus considérables des États-Unis, telles que Philadelphie, New-York, Baltimore et Boston.

A mesure que l'on s'avance vers l'ouest, et que, par conséquent, on s'éloigne des régions formées par des roches éruptives, l'anthracite devient un peu bitumineuse, passe ensuite à de la houille demi-bitumineuse, et, lorsque l'on a traversé la dernière grande chaîne des Alleghanys, après Hollidaysburg, on est dans la houille bitumineuse proprement dite, qui forme, sans aucune solution de continuité, l'immense bassin houiller des Alleghanys, s'étendant à travers huit États de l'Union américaine, depuis Blossburg (Pennsylvanie) jusqu'à Tuscalosa (Alabama). Les roches qui composent les assises de ce bassin sont, à peu de variantes près, les mêmes que celles qui se trouvent dans le bassin houiller des bords du golfe Saint-Laurent; seulement, leur puissance est bien moindre, car elle ne dépasse pas 8000 pieds. Le fer et la houille se trouvent presque partout sur cette immense surface de pays, et les grandes cheminées que l'on aperçoit disséminées de tous côtés, dans ces régions, indiquent assez, par les immenses colonnes spirales de fumée noire qui s'en échappent continuellement, que ces minéraux sont activement employés, et qu'ils sont les agents les plus actifs pour le défrichement et la transformation des anciens pays de chasse des guerriers rouges.

En regardant la carte géologique, on voit parfaitement que le grand bassin houiller des Alleghanys joignait, sans solution de continuité, les bassins houillers du Michigan, de l'Illinois, du

Kentucky, de l'Iowa, du Missouri, de l'Arkansas et du Texas, et que tous ces différents bassins n'en formaient qu'un seul, que l'on peut nommer le *bassin houiller de la vallée du Mississippi*. La séparation et circonscription en plusieurs bassins houillers a été effectuée par d'immenses dénudations, qui ont enlevé une partie des assises et creusé les larges et grandioses ravins dans lesquels coulent aujourd'hui les rivières Ohio, Illinois, Mississippi, des Moines, Missouri, Arkansas, Tennessee, Wabash, etc., et qui ont eu lieu, d'abord, au moment de la dislocation des Alleghanys, puis aussi pendant toutes les autres périodes géologiques qui se sont succédé jusqu'à nos jours.

Le bassin houiller formant la partie centrale de la péninsule du Michigan est le plus éloigné de ces divers bassins, et il en est aussi le moins important. La houille n'y a encore été rencontrée que sur quelques points, et la difficulté d'exploration, par suite du boisement et surtout de la présence d'un drift très épais, n'a pas encore permis de reconnaître la véritable valeur industrielle que ce bassin pourra acquérir avec le temps.

L'État d'Illinois est formé entièrement par un grand bassin houiller qui s'étend encore au dehors des limites de cet État, et occupe une partie des États d'Indiana et de Kentucky. Ce bassin, désigné habituellement sous le nom de *Illinois coal field*, n'est séparé de celui d'Iowa et du Missouri que par la gorge dans laquelle coule le Mississippi.

Enfin, à l'ouest du Mississippi se trouve un immense bassin houiller qui s'étend sans solution de continuité depuis plus haut que le fort des Moines (Iowa) jusqu'au fort Belknap et au rio Colorado du Texas. Cet immense bassin n'a encore été exploré avec soin que dans un très petit nombre de localités. Tout ce que l'on en connaît avec un peu de certitude, c'est la non-solution de continuité, et ses limites, qui sont basées sur les observations faites dans diverses parties par MM. Nicolet, D. D. Owen, le docteur H. King, le docteur G.-G. Shunard et par moi. Le carbonifère supérieur ou terrain houiller, de ce bassin à l'ouest du Mississippi, désigné sous le nom de *far west coal field*, comprend deux grandes divisions. L'inférieure, qui est surtout composée de schistes marneux noirs, avec couches de houille; et la division supérieure, formée de grès rouges à stratification très régulière par assises puissantes, et dans lesquels on trouve encore quelques débris de plantes fossiles. Les couches de houille sont bien moins nombreuses ici que dans le bassin houiller du golfe Saint-Laurent, et il n'y en a guère que cinq ou six qui puissent être exploités avec profit. En dehors

de la houille, on trouve aussi, dans cette division inférieure du terrain houiller, du minerai de fer en abondance, surtout dans les États d'Arkansas et du Texas, et quelques amas de gypse. Ce dernier minéral a été signalé par M. D. Owen sur la rivière des Moines, dans l'Iowa, où il paraît faire partie d'une formation tout à fait locale. Le terrain carbonifère supérieur de cette région ne dépasse pas une puissance de 2000 à 3000 pieds.

Dans les montagnes Rocheuses, où l'on rencontre tout le long des lignes de dislocations le carbonifère inférieur, on trouve rarement le carbonifère supérieur, et lorsqu'il affleure, il est réduit à une épaisseur assez petite, soit par suite de l'écrasement des couches dans le soulèvement, soit surtout à cause de sa grande distance des terres émergées à l'époque du dépôt des roches houillères. Cependant, j'ai constaté la présence du carbonifère supérieur, même avec des couches de houille, entre San-Antonio et Manzana, dans le Nouveau-Mexique, et dans la sierra de Mogoyon, près des sources du rio Colorado Chiquito; et le capitaine Stansbury a découvert de la houille appartenant au carbonifère supérieur, près de *Rock Independance*, sur le chemin qui va du fort Laramie au fort Bridgers, non loin du premier de ces forts. Il est certain que les observations futures et les recherches qu'effectuent les Mormons dans ces régions lointaines des territoires d'Utah et du Nouveau-Mexique, amèneront la découverte d'un plus grand nombre de gisements des couches de houille de l'époque carbonifère; cependant, dès aujourd'hui, je puis affirmer que les bassins houillers des montagnes Rocheuses ne seront jamais que fort insignifiants si on les compare à ceux des régions orientales de l'Amérique du Nord.

Le terrain houiller avec couches de houille a été reconnu, entre la Californie et l'Orégon, près des côtes de l'océan Pacifique, à un endroit appelé Cowes rivers, à 15 milles au sud de la rivière Umpqua, où il paraît exister un bassin houiller d'une étendue assez considérable. Enfin, des couches de houille appartenant au carbonifère supérieur sont exploitées sur plusieurs points du Puget's sound, dans le nouveau territoire de Washington, au nord de l'Orégon, ainsi que dans l'île de Vancouver. Soke-Harbour est la localité de l'île Vancouver où la houille a été reconnue et exploitée assez en grand par le capitaine W.-C. Grant, Écossais, qui a été l'un des premiers colons et pionniers de cette terre lointaine.

Liste des fossiles principaux et caractéristiques du carbonifère supérieur.

- Artisia approximata*, Brong. — Cette plante fossile se trouve communément à South-Joggins, Pictou et Sydney, en Pennsylvanie et en Arkansas.
- Lepidodendron obovatum*, Stern. — Espèce commune en Amérique et en Europe.
- *undulatum*, Stern. — Cette espèce se trouve dans le Nouveau-Brunswick, en Pennsylvanie et dans l'Iowa.
- *elegans*, Lind. et Hutt. — Extrêmement commune en Europe, cette plante se trouve en aussi grande abondance en Amérique, où on la rencontre partout où il y a des couches de houille.
- *aculeatum*, Stern. — Se trouve au Cap-Breton, en Pennsylvanie, dans l'Iowa et l'Illinois.
- Sigillaria Sillimanni*, Brong. — Cette plante, très commune dans le bassin houiller de Saarbrück, en Prusse, se rencontre aussi abondamment à la montagne Petit-Jean (Arkansas), à Coal-creek (pays des Chikasaws), à Carbondale et à Wilkesbarre, en Pennsylvanie, à South-Joggins (Nouvelle-Écosse) et à North-Sydney au Cap-Breton.
- *reniformis*, Brong. — J'ai trouvé cette espèce dans le pays des Choctaws, près de Gaines-creek, à Frostburg en Maryland, à Carbondale en Pennsylvanie, à South-Joggins et à Sydney. Elle est commune en Angleterre.
- Neuropteris cordata*, Brong. — Cette espèce est des plus communes dans les assises de marnes schisteuses en contact avec les couches de houille, en Europe et en Amérique.
- *angustifolia*, Brong. — On la trouve fréquemment dans les mines de Pottsville (Pennsylvanie), à Sydney (Cap-Breton), à South-Joggins et à Mansfield dans le Massachusetts.
- *Losbii*, Brong. — Extrêmement commune en Europe et en Amérique.
- Pecopteris muricata*, Brong. — Se trouve abondamment dans les bassins houillers du golfe Saint-Laurent, des Alleghans, de l'Illinois et du *Far West*.
- *lonchitica*, Brong. — Très abondant en Amérique et en Europe.
- Catamites cistii*, Brong. — Cette espèce de jonc atteint souvent une grande taille. Elle est abondante à Sydney (Cap-Breton), à Wilkesbarre et à Carbondale (Pennsylvanie), dans l'Ohio, le Kentucky, le Missouri et l'Arkansas. On la trouve aussi abondamment en Europe.
- *caunæformis*, Schlot. — Se trouve à South-Joggins, à Sydney et à Carbondale.

V. TERRAIN DU NOUVEAU GRÈS ROUGE.

Entre les époques carbonifère et jurassique, le globe terrestre a passé par une période dont l'histoire est loin de présenter le même degré de lucidité que celle des autres périodes antérieures ou postérieures, et qui, par suite de la difficulté qu'on éprouve à la déchiffrer, pourrait être appelée à juste titre l'époque mystérieuse de notre planète. Des circonstances physiques ou astronomiques, qu'il serait impossible de préciser avec quelque degré de certitude dans l'état actuel de nos connaissances, ont arrêté et très considérablement diminué les forces biologiques en jeu lors de l'époque carbonifère, et sans les faire dévier du but que le Créateur paraît leur avoir donné dans le temps et dans l'espace, elles les ont mises en échec et gênées un instant dans leur développement. Cette période, caractérisée par un petit nombre de débris fossiles et surtout par l'extrême localisation de chacun d'entre eux, présente, dans la composition minéralogique de ses roches stratifiées, une grande uniformité, et en même temps des caractères assez tranchés avec ceux des autres époques. Un grand développement de grès et d'argiles rouges ou bigarrées, le rouge dominant cependant toujours, des calcaires magnésiens ou dolomitiques, des gypses et du sel gemme, tels sont en Europe, ainsi qu'en Amérique, ses caractères lithologiques. En Angleterre, on a désigné les formations de cette époque sous les noms de *Lower and upper new red sandstone*, *magnesian limestone*, *variegated marls*; en Allemagne, elles sont connues sous les noms de *groupe du trias*, de *zechstein* et *schistes aurifères de Thuringe* et de *Todtliegenden*; en France, ce sont les *roches triasiques* et le *grès vosgien*, et enfin, en Russie, elles ont été décrites par sir R. Murchison sous les noms de *Lower and upper permian* et de *new red sandstone*. Sans avoir ici à me prononcer ni sur la valeur de ces dénominations ni sur leur synchronisme, et en regardant ces divers groupes comme appartenant à une même grande époque géologique, je me sers de la dénomination de *nouveau grès rouge* pour la désigner, en ayant soin cependant de prévenir que cette dénomination n'a pas précisément le sens exact qu'on lui donne en Angleterre.

Ce terrain se trouve répandu sur une vaste surface de l'Amérique du Nord, et il forme la plus grande partie des hauts plateaux qui s'étendent autour des montagnes Rocheuses et de la sierra Madre. Les premiers géologues qui ont étudié l'Amérique l'ont d'abord synchronisé avec l'*old red sandstone* d'Europe, et son

véritable âge relatif n'a été fixé qu'après de longues discussions. Maintenant encore, plusieurs des géologues employés par les gouvernements des États-Unis et du Canada le regardent comme appartenant, soit à l'étage des *grès de Potsdam*, c'est-à-dire au silurien inférieur, soit au terrain houiller, ou bien même au terrain jurassique. Nous regrettons de ne pouvoir nous ranger à l'opinion de savants aussi distingués que MM. Logan, Hall, Foster, Owen et Rogers, surtout relativement aux grès du lac Supérieur, qui pour nous, au lieu d'appartenir au silurien inférieur, se rapportent simplement au deuxième étage ou aux *grès bigarrés* du nouveau grès rouge américain.

Pendant longtemps, on n'a reconnu le *new red sandstone* que le long des bords de l'Atlantique, sur des surfaces très étroites et limitées aux États de la Virginie, de Pennsylvanie, de New-Jersey, du Connecticut, du Massachusetts, et dans la Nouvelle-Écosse. Depuis lors, au lieu de gagner en extension, le *new red sandstone* a été constamment réduit à des proportions de plus en plus exiguës, et bien plus, son existence même vient d'être discutée et résolue négativement par MM. James Hall et W.-B. Rogers. Reconnu d'abord sur presque tous les points des côtes de la baie de Fundy par M. Charles T. Jackson, et aux îles de la Madeleine et du Prince Édouard par M. Baddeley, il s'est vu tout à coup rayé de ces régions par MM. Lyell et Dawson qui avaient cru le reconnaître pour du carbonifère inférieur. Depuis, il est vrai, M. Dawson a parfaitement réparé son erreur en distinguant nettement le *new red sandstone* du carbonifère inférieur avec lequel il a quelques analogies lithologiques, et il a démontré que les deux opinions, sans s'exclure d'une manière absolue, avaient droit chacune à une partie de ce terrain mystérieux et en litige.

M. Jackson est le premier aussi qui ait constaté l'existence du *new red sandstone* au lac Supérieur. Frappé de la ressemblance que les grès du lac Supérieur avaient avec ceux des côtes du Maine, du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse, il n'hésita pas à les rapporter au même terrain, malgré les opinions contraires de MM. Bayfield, de Houghton et de Logan, qui les avaient considérés, soit comme de l'*old red sandstone*, soit comme du *Potsdam sandstone*. Une découverte que M. Jackson fit en 1848 vint confirmer la justesse de ses premières vues ; il rencontra à l'Anse, près de l'embouchure de Sturgeon river, dans la baie de Keewenaw, des couches d'un calcaire magnésien rempli de *Pentamerus oblongus*, et, par conséquent, de l'âge du silurien supérieur, fortement *relevés* et entourés par les assises *horizontales* de ces grès rouges du lac Supé-

rieur. Ayant fait l'étude et le tour complet du lac Supérieur en 1848, mes observations ont parfaitement concordé avec celles du docteur Jackson, et je n'ai pas hésité à adopter son opinion. Depuis, le savant M. Élie de Beaumont, dans son dernier et beau travail intitulé : *Notice sur les systèmes de montagnes*, a reconnu que le grand cercle de comparaison du système du Thuringerwald qui a disloqué sur une grande surface de l'Europe les roches de l'époque du *new red sandstone* passe, lorsqu'on le prolonge en Amérique, très près de la pointe Keewenaw, qu'il est parallèle à l'axe central de cette péninsule, aussi bien qu'à l'axe de l'île Royale et au cercle qui unit Annapolis au cap Blomidon, dans la Nouvelle-Écosse.

M. M. Foster, Whitney, James Hall et Owen, ont, dans leurs rapports sur la géologie du lac Supérieur publiés en 1851 et 1852, maintenu l'ancienne détermination de *Potsdam sandstone* pour les grès du lac Supérieur, sans fournir une seule preuve concluante à l'appui de leur opinion. Leur raisonnement se résume ainsi : le *Potsdam sandstone*, avec *Lingules* et *Trilobites* caractéristiques de la formation, se trouve sur les rivières Escanaba, Menomonee et Sainte-Croix, au sud de la ligne de partage des eaux entre le lac Supérieur et le lac Michigan et le Mississipi. Or on a recueilli dans la baie de Tequamemou au lac Supérieur un grès avec *Lingula prima*; donc ce grès est de l'âge du Potsdam. Il est vrai, ajoutent-ils, que les grès du lac Supérieur ne se voient nulle part en connexion intime et en continuation des couches du *Potsdam sandstone* des rivières Escanaba et Sainte-Croix, mais cela provient d'une séparation qui existe par suite d'une chaîne de roches éruptives qui s'est interposée avant le dépôt. Quant aux caractères minéralogiques et à l'épaisseur de la formation, tout en admettant des différences on ne peut plus tranchées, ils les rejettent comme ne devant jamais servir dans une détermination d'âge de roches stratifiées. A ces observations, voici ma réponse : que le *Potsdam sandstone* se trouve au sud de la ligne de partage des eaux sur les rivières Escanaba, Menomonee et Sainte-Croix, cela est incontestable et intoutesté; mais M. M. Foster et Hall ont oublié de dire que le grès avec *Lingula prima*, trouvé à la baie de Tequamemou, était un morceau recueilli sur un *bloc erratique* par M. Forrest Shepherd en 1845, et que depuis ou avant aucun fossile n'a jamais été trouvé dans la *roche en place* des grès du lac Supérieur. Par conséquent, la paléontologie ne peut pas être invoquée pour la détermination de ces grès. Quant à la superposition, elle est, comme nous l'avons vu, en faveur de l'opinion de M. Jackson, aussi

bien que la lithologie et la puissance des assises. Depuis lors, des recherches exécutées par moi ou par d'autres expéditions scientifiques, pendant l'année 1853, ont prouvé que les grès du lac Supérieur étaient une série continue et en relation directe des assises du *nouveau grès rouge*, qui couvrent et forment la majorité des immenses prairies du Haut-Missouri, de la Platte, de l'Arkansas et de la rivière Rouge de la Louisiane. En jetant un regard sur la carte géologique, on verra que le lac Supérieur formait un golfe semblable à la baie de la vallée de la rivière du Connecticut, dans la mer triasique qui enveloppait le continent Paléozoïque de l'Amérique du Nord.

Enfin, pour achever l'historique des discussions auxquelles a donné lieu le *new red sandstone* américain, j'ajouterai qu'à la réunion de l'*American association for the advancement of sciences*, tenue à Washington en avril 1854, M. James Hall a cherché à prouver que le grès rouge de la vallée de la rivière Connecticut était de l'âge de l'oolite ou du lias.

Sans entrer dans tous les détails de discussions et de descriptions sur ce sujet, je vais exposer brièvement ce que j'ai vu et les résultats auxquels mes recherches m'ont conduit.

On trouve superposée sur les assises du terrain carbonifère une série de roches stratifiées, composée principalement de grès et d'argiles rouges atteignant un développement de 5000 à 6000 pieds. et qui, par sa position stratigraphique entre le terrain carbonifère et le terrain jurassique, appartient à l'époque du *nouveau grès rouge*. J'ai constaté la superposition et la concordance de stratification entre le terrain carbonifère et le nouveau grès rouge à Tegegas, Antonitto et San-Pedro, dans la sierra de Sandia (Rocky mountains), au Pueblo de Pecos et près de Santa-Fé, sur les deux versants de la sierra Madre, près d'Aqua Fria, ainsi que sur plusieurs points des contre-forts de la sierra de Mogoyon. Enfin, j'ai reconnu très distinctement, tout le long du versant occidental du mont Dela-arc, et en suivant le Topofki Creek, sur les bords de la rivière Canadienne, que les assises du nouveau grès rouge se superposent en discordance de stratification sur le carbonifère inférieur ou calcaire de montagne, qui a été ici fortement disloqué et relevé antérieurement au dépôt du *new red sandstone*. M. Dawson a prouvé (*On the new red sandstone of Nova Scotia*, voy. *Quart. Journ. of the geol. Soc.*, 1847) que dans la Nouvelle-Écosse le nouveau grès rouge se superpose aussi sur le terrain carbonifère ; seulement il ne l'a pas trouvé recouvert par le terrain jurassique, comme je l'ai rencontré dans les régions des montagnes Rochenses. Dans les

autres parties des bords de l'Atlantique, ainsi qu'au lac Supérieur, le *new red sandstone* repose directement sur le granite et autres roches éruptives et métamorphiques. Il est probable qu'on le trouvera un jour entre le saut Sainte-Marie et l'île Saint-Joseph, reposant sur le silurien inférieur ou même sur le silurien moyen.

Le nouveau grès rouge américain se divise en quatre étages ou grandes divisions, du moins dans les localités où je l'ai observé. Je ne donne ces divisions principales que comme provisoirement et pour résumer ce que j'ai vu.

La division inférieure ou premier étage se compose d'un calcaire magnésien ou dolomitique, à stratification très régulière par assises ayant de 4 pouces à 1 pied d'épaisseur. Plusieurs couches renferment un assez grand nombre de fossiles, tous très mal conservés, engagés fortement dans la roche, et parmi lesquels j'ai cependant reconnu un Nautilé, un Ptéroccère et des tiges d'Encrinures. Cette formation, par sa position stratigraphique et sa lithologie, a beaucoup de rapport avec le *Magnesian limestone* d'Angleterre. Je ne l'ai rencontrée qu'entre le rio Colorado Chiquito et la sierra Blanca ou de Mogoyon, où elle occupe un des contreforts de cette sierra sur une largeur de 5 à 6 milles et peut avoir une épaisseur de 1000 pieds.

Le deuxième étage est formé par des argiles bleues et rouges vers la base, le rouge dominant à mesure que l'on s'élève, et devenant d'une teinte vermillon; puis des grès rouges avec taches vertes, à texture très friable, à stratification massive ou schisteuse, s'interstratifient avec les argiles, et finissent même par les remplacer entièrement; mais, dans ce dernier cas, les grès rouges sont un peu argileux eux-mêmes. Le plus souvent ces grès sont à grains très fins, comme du sable; cependant quelques assises, dans certaines régions, sont à grains assez gros, et passent alors à un véritable conglomérat. Je n'ai pas trouvé de fossiles dans cet étage, qui atteint, en général, une épaisseur de 2000 à 3000 pieds. La facilité avec laquelle les grès rouges se décomposent par l'action atmosphérique donne lieu, dans les régions où se trouve ce second étage, à des phénomènes de blocs énormes isolés, ayant la forme de colonnes, de cônes gigantesques, de débris d'anciennes constructions; les environs de Rock-Mary, sur la rive droite de la rivière Canadienne, en offrent de nombreux exemples. Ce deuxième étage couvre de vastes surfaces des grandes prairies de l'Ouest, notamment sur les bords du grand bassin houiller du *Far West*. En suivant le 35° degré de latitude, je l'ai rencontré formant tout le pays depuis Toposki-Creek jusqu'à

Rock-Mary, ainsi que sur plusieurs points des montagnes Rocheuses, de la sierra Madre, et sur les bords du rio Colorado Obiquito. Je lui rapporte les *grès rouges* qui forment plus de la moitié du contour du lac Supérieur, ainsi que ceux qui bordent les côtes de la baie de Fundy (Nouvelle-Écosse et Nouveau-Brunswick), et une partie de ceux qui constituent l'île du prince Édouard et les îles de la Madeleine. Dans la Virginie et le New-Jersey, une partie des *red sandstones*, ceux qui sont sans fossiles et ne renferment pas de gypse rentrent aussi dans ce second étage, qui correspond assez exactement, comme position stratigraphique et comme lithologie, avec le *bunter sandstein* des géologues allemands, le *grès bigarré* des géologues français, et l'*Upper new red sandstone* des géologues anglais.

Le troisième étage est composé surtout d'assises d'argiles rouges, renfermant très souvent d'immenses amas de gypse blanc, amorphe, sillonné par des veines de gypse cristallisé, avec interposition de banes de calcaires magnésiens ou dolomitiques, et souvent on y trouve aussi du sel gemme ou des argiles salifères superposées au gypse. La hauteur moyenne des assises de cette troisième grande division atteint 1500 pieds. Les fossiles y sont très rares et se réduisent à des fragments de bois silicifiés. J'y ai rencontré, sur un des petits affluents de la rivière False Washita, près d'Antelope-hills, un véritable arbre silicifié, conservant des branches adhérentes au tronc, et qui, poli, présente des sections ayant la plus grande ressemblance avec celles du *Pinites fleurouii*, que le docteur Mougeot a décrites comme provenant du *new red sandstone* du val d'Ajol, dans les Vosges. Sur ma route, en suivant le 35° degré de latitude, j'ai été constamment sur cet étage depuis près de Rock-Mary jusqu'à l'Arroyo-Bonito ou Shady-Creek, et sur cet espace il y avait 20 lieues occupées entièrement par du gypse. Le docteur G. Shumard, dans son exploration en rapport avec l'expédition du capitaine Marcy pour étudier les sources de la rivière Rouge de la Louisiane, a traversé ce bassin de gypse depuis la partie occidentale des monts Wichita jusqu'aux pieds du Llano estacado, sur une largeur de 40 lieues. Enfin, le capitaine Pope, dans son exploration de El Paso à Preston, a reconnu ces amas de gypse près des sources du rio Colorado du Texas et du rio Brazos. Comme l'on sait qu'il existe sur la rivière Arkansas, près de l'endroit où la route des marchands de Santa-Fé à Indépendance la rencontre, on voit que l'on a, dans ces grandes prairies de l'Ouest, un bassin de gypse s'étendant du 38° au 32° degré de latitude N., et sur une largeur qui varie de 15 à 40 lieues. Probablement que

L'on trouvera ces amas gypseux s'étendant sans discontinuité plus au N. que le 38° degré. Cet étage recouvre, ainsi que je viens de le dire, une grande partie des prairies; de plus, on le retrouve avec un magnifique développement de gypse et de dolomie dans les montagnes Rocheuses (San-Antonio, Pecos, les salines de Grand Quavira, Pueblo de Laguna), sur le Delaware creek, non loin d'El Paso, dans les sierras de Jemez, de San Juan et Madre. A l'ouest du Pueblo de Zuni, il est moins puissant que dans les autres régions, et le gypse ne s'y trouve que par petits amas très peu considérables, souvent même il manque complètement.

Je rapporte à ce troisième étage les gypses que l'on trouve dans le *red sandstone* du New-Jersey et à l'île du prince Édouard. Quant à son synchronisme avec les formations européennes, je le regarde comme correspondant stratigraphiquement au *Muschelkalk* d'Allemagne; il renferme les mêmes roches de gypse, de sel gemme et de dolomie, qui caractérisent le *Muschelkalk* du Wurtemberg et du Saltz-Kammergut.

La division supérieure ou quatrième étage, se subdivise en deux groupes principaux. Le groupe inférieur est formé d'épaisses assises de grès gris blanchâtre, très souvent de couleur rose et rouge; et le groupe supérieur se compose d'assise d'argiles calcaireo-sableuses, présentant des bandes à couleurs très vives, violette, rouge, jaune et blanche, en un mot d'argiles irisées. Ce quatrième étage présente une ressemblance frappante avec les *marnes irisées* de France, le *keuper* d'Allemagne, ou le *variegated marls* d'Angleterre; à l'exception toutefois de la couleur jaune amarante, que je n'ai jamais rencontrée en Europe; autrement, au lieu de penser que j'étais dans les solitudes des Prairies et des montagnes Rocheuses, j'aurais pu me croire transporté sur quelques points du Jura ou de la vallée du Neckar en Souabe. Les grès de cet étage sont très développés, à stratification un peu indistincte et très massive. Leur épaisseur est de 1000 pieds, tandis que les marnes irisées n'en ont que 500 pieds; ce qui fait un total de 1500 pieds pour l'étage supérieur du *nouveau grès rouge* américain. Les marnes irisées, étant des roches très peu consistantes, ont été presque partout enlevées par les dénudations; et il n'y a guère que là où elles sont reconvertes par le terrain jurassique que l'on peut les observer. Les masses de grès ont présenté au contraire une grande résistance aux dénudations, et par contre on les rencontre sur de grandes surfaces; seulement, comme quelques parties sont facilement attaquées par les agents atmosphériques, on trouve souvent qu'ils présentent toutes sortes de formes bizarres, que l'on

a comparées à des temples en ruines, à des fortifications naturelles, à des tamulus de titans et de géants, ou bien encore à des formes de statues colossales, rivales de celles de Karnac et de Ninive. Le célèbre *Chimney rock*, sur la route d'indépendance au fort Laramie, est formé entièrement de ce grès. Par le 35° degré de latitude, ce grès couronne toutes les hauteurs des plateaux ou *mesas* qui sont à droite et à gauche de la rivière canadienne, depuis Antelope-Hills jusqu'au Llano-Estacado, où il forme la base du Llano; puis il s'étend dans le fond de la vallée, depuis Rocky dall creek et Plaza larga jusqu'à Antochico et le Cañon-Blanco, dans le nouveau Mexique.

La belle vallée du pueblo de Zūni est entièrement située dans ce quatrième étage, qui forme en outre le sommet de l'immense Llano ou mesa qui s'étend entre le rio Colorado Chiquito et le rio San-Juan, dans le pays des indiens Navajos et Moquis.

On rencontre souvent dans les grès de cet étage de nombreux débris de bois silicifiés et même fréquemment des arbres entiers; ainsi, sur le versant occidental de la sierra Madre, entre Zūni et le rio Colorado Chiquito, j'y ai rencontré une véritable forêt silicifiée; avec des arbres ayant de 30 à 40 pieds de long, divisés par tronçons de 6 à 10 pieds de longueur et ayant un diamètre de 3 à 4 pieds. Le tissu cellulaire a presque entièrement disparu et le bois a été remplacé par un silex très compacte, à couleur extrêmement brillante, et qui présente de magnifiques morceaux pour des travaux de joaillerie. Les Indiens de ces régions s'en servent comme pierre d'ornements, ainsi que pour en tailler des pointes de flèches. Ces arbres, dont quelques-uns se voient debout encloués dans le grès, appartiennent presque tous à la famille des conifères, quelques-uns à celle des fougères à tiges arborescentes, et aux *Calamodendron*.

Je rapporte à ce quatrième étage du nouveau grès rouge, la célèbre formation des grès rouges à empreintes de pieds (*foot prints*), à poissons et à os de sauriens, de la vallée de la rivière Connecticut, de Pompton et des environs de Princeton dans le New-Jersey, d'Upper Milford en Pensylvanie; ainsi que les très remarquables bassins houillers du comté de Chesterfield, en Virginie, et de plusieurs localités des grès rouges de la Caroline du Nord. Ses équivalents en Europe sont, sans aucun doute, les *marne irisées* de France, le *keuper* d'Allemagne et les *variegated marls* d'Angleterre.

M. Hitchcock d'Amherst-college dans le Massachusetts est le premier qui ait attiré l'attention des géologues sur les empreintes

de pas fossiles, qui se trouvent sur les plaques du nouveau grès rouge de la vallée du Connecticut; dans un de ses mémoires, il cite et décrit 49 espèces de *fossil foot-marks*, dont 12 sont rapportés par lui à des quadrupèdes, 2 à des annélides ou à des mollusques, 3 sont d'un caractère douteux, et les 32 autres restant proviennent de bipèdes, surtout de l'ordre des oiseaux, dont quelques-uns devaient être d'une taille gigantesque.

Des poissons de l'ordre des ganoïdes et appartenant aux genres *Eurynotus*, *Palæoniscus* et *Catopterus* ont été recueillis dans la vallée du Connecticut et dans le New-Jersey, par MM. Hitchcock et Redfield, qui en ont décrit et figuré un certain nombre. M. Agassiz, dans sa grande publication des *Poissons fossiles*, a décrit l'*Eurynotus tenuiceps*, trouvé à Sunderland (Massachusetts). De plus, MM. Redfield et Hitchcock ont trouvé plusieurs espèces de plantes qu'ils rapportent aux genres *Voltzia* et *Teniopteris*. M. Isaac Lea a décrit un animal sauroïde, qu'il nomme *Clepsysaurus Pennsylvanicus*, provenant des couches du nouveau grès rouge du comté de Lehigh en Pennsylvanie; et enfin le docteur Leidy a nommé *Bathygnathus borealis* un saurien trouvé dans le nouveau grès rouge de l'île du prince Édouard. Ces poissons, plantes et sauriens, et les empreintes de pieds mêmes ont tous des formes analogues à celles que l'on trouve ensevelies dans les assises du keuper des bassins triasiques de l'Alsace, de la Lorraine et de la Souabe.

Quant à la houille du comté de Chesterfield en Virginie, et à celle de plusieurs localités de la Caroline du Nord, qui avait été considérée par les frères Rogers, par M. Lyell et par moi, comme appartenant à l'époque oolithique ou du lias, je pense, à présent que j'ai rencontré le véritable terrain jurassique dans les montagnes Rocheuses, qu'elle fait partie du quatrième étage de la formation du nouveau grès rouge d'Amérique. Ces bassins houillers de Chesterfield, ainsi que de la Caroline du Nord, renferment une couche de houille grasse qui atteint jusqu'à 45 pieds d'épaisseur (Mid-Lothian pit); au-dessus de la houille se trouvent des argiles schisteuses, noires et grises, ainsi que des grès micacés renfermant quelquefois un très grand nombre de plantes fossiles, quelques poissons, et une Possidonie. Les plantes appartiennent à des genres et à des espèces dont une moitié se trouve, en Europe, dans la formation keupérienne, et dont l'autre moitié s'y trouve dans le jurassique, ce qui laisse la question assez indécise; mais il y a une observation, que j'ai faite sur les lieux, et qui me semble assez concluante, c'est que les espèces les plus communes de la Virginie (*Fouisetum columnare*, *Calamites arenaceus*, *Zamite*

obtusifolius et *gramineus*) sont toutes de l'époque kéupérienne du Wurtemberg, tandis que les espèces très rares (*Pecopteris Whibensis*) appartiennent à l'époque de l'oolithe inférieure d'Angleterre. Les poissons, d'après Agassiz, appartiennent à des genres (*Dyctyopyge macrura* et *Tetragonolopsis*) qui indiquent, pour âge géologique, le nouveau grès rouge, et certainement un âge qui n'est pas plus récent que le lias. Ces considérations, jointes à d'autres sur les dislocations qui ont affecté les roches stratifiées en Amérique, me font rejeter cette détermination de la houille des environs de Richmond, comme étant liasique, et surtout de l'âge de l'oolithe inférieure et de la grande oolithe, et je crois qu'il faut la placer dans l'étage supérieur du nouveau grès rouge, et qu'elle est synchronique du grès rouge à empreintes de pieds de la vallée du Connecticut et du New-Jersey, des marnes irisées du pied du Llano estacado, et des grès et argiles à arbres silicifiés de la *Mesa*, entre Züni et le rio Colorado Chiquito.

La distribution géographique du nouveau grès rouge est assez remarquable. Placé à l'est, et surtout à l'ouest du grand massif paléozoïque d'Amérique, on ne le trouve ni au nord ni au sud de ce massif. Dans les régions de l'Est, il se trouve répandu sur des bandes étroites, non loin des bords de l'Atlantique, depuis la baie de Saint-Georges, à Terre-Neuve, et la baie des Chaleurs jusque dans la Caroline du Nord. Tandis que, dans les régions de l'Ouest, il occupe presque entièrement tout l'immense rectangle formé par les 95° et 113° degré de longitude O. de Greenwich et par les 41° et 34° degré de latitude N., avec un appendice qui s'étend jusqu'au saut Sainte-Marie à l'extrémité orientale du lac Supérieur. La couleur généralement rouge de ses roches donne à ces grandes prairies et à une partie des montagnes Rocheuses, une teinte vermillon extrêmement caractéristique, et qui s'harmonise bien avec la couleur cuivrée de l'homme américain, de ce terrible guerrier rouge, si bien décrit et poétisé par Fenimore Cooper et Washington Irving. En général, toutes les eaux qui coulent ou sourdent de cette formation, sont chargées de couleur rouge ou vermillon, ou bien sont salées et séléniteuses, et l'on peut dire sans hésitation que, dans ces régions, partout où l'on voit écrit sur la carte *Red river* (rivière Rouge), *Vermillon river*, *Salt fork* ou *rio Colorado*, c'est que ces rivières coulent ou bien ont leur source dans le nouveau grès rouge américain.

VI. TERRAIN JURASSIQUE.

Pendant longtemps l'existence du terrain jurassique dans les deux Amériques a été un fait extrêmement problématique et qui a beaucoup exercé l'imagination des personnes qui s'occupent de géologie géographique. M. Dorneko est le premier qui ait reconnu ce terrain dans la Cordillère de Coquimbo, au Chili (Amérique du Sud) ; le colonel Frémont et le lieutenant Abert ont rapporté avec doute, des couches de houille trouvées à Raton montains et à Muddy river, dans les montagnes Rocheuses, à l'époque jurassique ; et enfin, M. W.-B. Rogers lui avait rapporté la houille du comté de Chesterfield, en Virginie. Quant à cette dernière détermination, on a vu précédemment que nous ne pensions pas qu'elle fût exacte, et que nous avons placé cette houille secondaire de la Virginie dans l'étage kenpérien du nouveau grès rouge américain. Les prévisions de MM. Frémont et Abert sur l'existence du terrain jurassique dans les montagnes Rocheuses étaient exactes, et les études que j'ai faites dans mes courses à travers ces vastes régions m'ont permis de le reconnaître positivement et de le définir, et je vais à présent essayer de montrer ici quel rôle il joue dans la série stratigraphique des roches des États-Unis.

D'abord, je ferai observer que le terrain jurassique n'existe pas dans toute la partie orientale de l'Amérique du Nord ; qu'il n'y en pas trace le long des monts Alleghanys et des bords de l'Atlantique ; que l'on ne commence à le rencontrer que par le 40^e degré de longitude à l'O. du méridien de Greenwich, qu'il est limité aux régions les plus centrales du continent et groupé autour des montagnes Rocheuses, dont il forme la plus grande partie des hauts plateaux et de quelques-uns des contre-forts.

Lorsque l'on s'avance (en suivant toujours le 35^e degré de latitude) au milieu de ces immenses prairies, dont l'uniformité n'est interrompue que par la vue de quelques troupeaux de chevaux sauvages (*mustangs*), ou par ces innombrables troupes de *Buffalos*, dont les mouvements ressemblent aux vagues d'une mer noire, fortement agitée, on aperçoit de très loin, vers l'occident, une ligne horizontale, formée par un plateau parfaitement uni, dont le nom jouit d'une grande célébrité parmi les trappeurs et les traitants de ces régions sauvages. Des légendes de grandes caravanes égarées et entièrement détruites par la soif, se racontent le soir autour des feux du bivouac, longtemps avant d'arriver à ce terrible plateau, dont le nom *Llano estacado*, c'est-à-dire *plateau*

à ligne de poteaux, indique qu'une route y avait été tracée au moyen de longs bâtons placés de distance en distance, exactement comme ces grands poteaux des routes des hautes chaînes du Jura et des Alpes. Seulement, dans les Alpes et le Jura, les lignes de poteaux indicateurs sont destinées à tracer la route lorsque 12 ou 15 pieds de neige recouvrent ces hautes régions de l'Europe centrale, tandis que sur le *Llano estacado*, elles y ont été placées par les premiers explorateurs, des missionnaires espagnols, pour empêcher les caravanes de s'égarer dans ces vastes solitudes, où l'horizontalité presque parfaite du sol et le manque absolu d'arbres ou d'arbrisseaux ne présentent aucun signe qui permette de s'y orienter. Ce haut plateau est tellement près de l'horizontalité parfaite, qu'il faut se coucher à terre pour s'apercevoir qu'il s'incline un peu vers l'E.-S.-E.; et je ne puis mieux le comparer, comme aspect, qu'à l'Océan par un jour de calme : l'horizon y est aussi très limité, de 3 à 4 lieues, comme en mer, rien ne vient y briser ni même modifier le cercle parfait dont vous êtes le centre ; seulement, au lieu de me promener sur l'arrière d'un vapeur océanique, j'étais à cheval sur un mulet, l'eau était remplacée par un gazon vert formé d'une graminée courte et peu touffue ; les troupes de marsouins et de souffleurs y font place à des troupeaux d'antilopes et de cerfs ; enfin, comme en pleine mer, on n'y rencontre pas d'oiseaux par suite du manque d'eau. Le *Llano estacado*, dont la hauteur moyenne au-dessus du niveau de la mer est de 4500 pieds, et qui s'étend du 35° au 31° degré de latitude N., sur une largeur qui varie de 20 à 60 lieues, est une des surfaces planes ou un élément de plan tangent des plus grands qui existent sur le sphéroïde terrestre.

Une pente presque insensible vous conduit des Prairies aux pieds du *Llano*, et un abrupte qui varie de 300 à 450 pieds, forme l'espèce de marche d'escalier de géant (*gigantic step*) qu'il faut franchir pour se trouver sur le plateau. En effectuant cette escalade, on s'aperçoit tout de suite que les roches rouges et bigarrées que l'on a rencontrées avec tant de constance pendant plusieurs semaines successives de voyage dans les Prairies, ont fait place à d'autres de couleur et de composition différentes, et que les strates de cet éternel *nouveau grès rouge* dont on ne pensait plus voir arriver la fin, sont recouvertes par des assises d'un terrain plus récent, qui se superposent en stratification concordante sur son quatrième étage. Ce nouveau terrain se présente d'abord sous un aspect un peu mystérieux, et m'a, pendant plusieurs jours, fortement embarrassé. Cet aven ne surprendra pas les géologues

voyageurs qui ont fait des recherches dans des régions inexplorées d'Europe ou des autres continents, surtout lorsqu'ils sauront que je n'avais pas rencontré un seul fragment de roches jurassiques depuis mon départ de Salins, de Boulogne et d'Oxford. Oxford avait été le dernier point vers l'Orient, où mes regards s'étaient arrêtés sur les formes, à moi bien connues, des strates oolitiques, et, à présent, j'en étais éloigné de plus de 2000 lieues, et j'avais parcouru dans tous les sens, pendant six années, plus de la moitié du Nouveau-Monde sans en rencontrer. Ainsi, il me semble que des hésitations étaient bien naturelles, lorsque tout à coup je suis venu me buter contre le terrain jurassique formant le sommet même du Llano estacado.

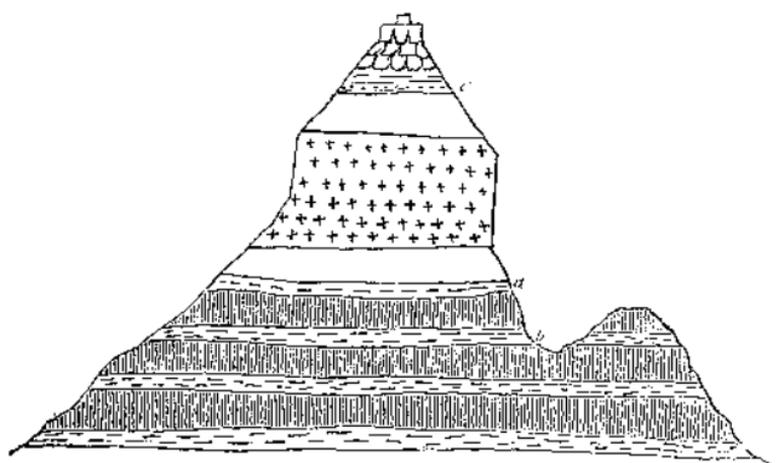
Je vais décrire le terrain jurassique du Llano estacado, ainsi qu'il s'est présenté à moi dans mon exploration, en extrayant de mon *Journal de voyage* les notes relatives à ce sujet. En septembre 1853, j'étais sur le Llano estacado, dans un endroit placé sur la route du fort Smith, à Santa-Fé, et connu sous le nom de *Encampement creek* ; voici la coupe que j'y ai observée sur la rive gauche du ruisseau : d'abord les *marnes irisées* forment le fond du ruisseau, et s'élèvent jusqu'à moitié de la hauteur du ravin ; puis on a, reposant sur le nouveau grès rouge, un grès calcaréo-sableux de couleur jaunâtre, contenant de nombreuses concrétions de carbonate de chaux de la grosseur d'une noisette, ayant 30 pieds de puissance ; au-dessus se trouve une assise de conglomérat à pâte calcaire très dure, de couleur rose, de 2 pieds d'épaisseur ; une couche d'un demi-pied de calcaire blanc, très compacte, à cassure conchoïde, lui succède ; enfin, vient un calcaire un peu grisâtre, le plus souvent très blanc, friable, suboolitique et un peu crayeux, ayant beaucoup d'analogie avec l'oolite blanche corallienne des environs de Porrentruy. Ce dernier calcaire, dont l'épaisseur des strates est de 15 ou 20 pieds, couronne le Llano, et par sa décomposition en forme le sol ; car sur ce haut plateau, il n'y a pas trace de terrains d'alluvions. Je n'ai pas rencontré un seul fossile dans ce terrain à *Encampement creek*, de sorte que je n'ai pu tirer aucune conclusion sur son âge relatif, si ce n'est qu'il était plus récent que le keuper américain. Pendant quatre journées de marches successives, en côtoyant le pied nord du Llano estacado, j'ai continué à rencontrer ce grès jaune et ce calcaire blanc, ayant à peu près les mêmes caractères minéralogiques, mais sans y trouver de fossiles. Le cinquième jour, en approchant du Monte-Révuelto et du grand Tucucari, j'aperçus un second gradin du Llano, et je trouvai dans plusieurs ruis-

seaux des *Gryphées* roulées, et dans un assez mauvais état de conservation. Je pris la résolution de faire le lendemain une nouvelle ascension du Llano estacado, pour visiter ce second gradin et voir si j'y trouverais des fossiles sur place.

La difficulté d'exploration dans un pays aussi désert, qui n'est fréquenté que par la tribu des Indiens Camanches, aussi célèbres par leur cruauté que par leur adresse et leur bravoure, me fit choisir une montagne détachée du Llano, ayant la forme d'une pyramide quadrangulaire, que l'on apercevait depuis notre camp de *Plaza larga*, et qui se trouvait éloignée d'une lieue du chemin que la caravane devait parcourir. En conséquence, le 22 septembre au matin, je quittai la caravane accompagné de quatre membres de l'expédition, le botaniste, l'ingénieur en chef, un météorologiste, ayant avec lui un baromètre de Ernst, le dessinateur, plus trois domestiques; tous armés de carabines, de ces terribles pistolets revolvers à six coups et de *boyds-knife* (couteaux de chasse particuliers aux régions de l'Ouest des États-Unis). Après avoir traversé la Plaza larga, formée entièrement par des grès et argiles rouges du quatrième étage du *new red sandstone*, nous arrivâmes au pied de cette montagne, que nous avons nommée, à cause de sa forme, mont de la Pyramide (*Pyramid mount*); le côté nord, par où nous l'avons abordée, est entièrement à pic, et toutes les assises de la montagne s'y trouvent à découvert; on ne peut pas désirer un plus belle coupe géologique.

Après avoir remis nos mulets à la garde de nos hommes et avoir salué de quelques coups de carabine un troupeau de dix antilopes qui se trouvait autour de la source qui sourd de cette partie de la montagne, chacun de nous s'occupa immédiatement à faire ses observations. La hauteur de l'abrupte, là où les strates sont à découvert, est de 500 pieds. Voici la section telle qu'elle se présente :

Pyramid Mount.



- a. Couche des marnes irisées en contact avec le terrain jurassique.
 b. Alternance de marnes calcareo-argileuses de couleurs irisées.
 c. Couche à *Gryphæa dilatata* et à *Ostrea Marshii*.

Depuis la base jusqu'à près de la moitié de la hauteur, les 200 premiers pieds sont formés de strates de marnes irisées par bandes rouges, vertes et blanches, ayant tout à fait l'aspect de la partie supérieure du keuper des carrières de Boisset, près de Salins. Une couche d'argile de couleur gris-bleu, de 1 pied d'épaisseur, forme la dernière assise du nouveau grès rouge, et est en contact immédiat avec un grès blanc, à grains très fins, qui a 8 pieds d'épaisseur, et qui appartient déjà à la formation plus récente dont je cherchais à déterminer l'âge. Au-dessus, on a une énorme couche de 80 pieds de hauteur de grès très dur et à grains fins, de couleur jaune clair, et coupé par le clivage parfaitement à pic comme une muraille. Des assises de grès blancs se superposent; ils sont très fins, peu durs, et très faciles à désagréger par l'action atmosphérique; aussi rencontre-t-on au pied de chaque assise de petits monticules de sable provenant de leur décomposition; leur épaisseur est de 25 pieds. Puis viennent des argiles de couleur bleue, légèrement grisâtre, à structure subschisteuse, de 30 pieds de hauteur. C'est dans cette argile bleue, à 6 pouces de distance du grès blanc, que j'ai trouvé le gisement de la *Gryphée* roulée et méconnaissable que j'avais rencontrée la veille dans le lit des ruisseaux. Les *Gryphées* y sont dans une assise qui n'a pas plus de 3 pouces d'épaisseur, mais en si grande abondance, qu'elles se touchent presque toutes. Les exemplaires de *gryphées* que j'avais recueillies en montant l'abrupte, m'avaient frappé par leur forme.

en tout semblables à la *Gryphaea dilatata* d'Oxford et des Vaches Noires en Normandie ; en présence de leur gisement même, et après en avoir recueilli plus d'une centaine dans un état parfait de conservation, je ne doutai plus de son identité avec la *G. dilatata* de l'étage oxfordien du terrain jurassique d'Angleterre et de France. Peu de temps après, associée dans la même couche avec cette Gryphée, je recueillis une valve d'*Ostrea Marshii* dans un excellent état de conservation, et que je figure également ici comme pièce justificative. Ces découvertes de fossiles jurassiques vinrent enfin faire cesser mon indécision sur l'âge de ce terrain du Llano estacado ; j'avais rencontré le véritable terrain jurassique dans l'Amérique du Nord, M. d'Archiac, qui avait d'abord émis des doutes sur la détermination spécifique des Ostracées que je viens de citer, en a reconnu depuis l'exactitude, après avoir examiné les échantillons que je lui ai soumis.

Les découvertes et les études que j'avais faites dans les Prairies, au Texas et sur les bords de l'Atlantique, me montraient que cette formation était plus ancienne que le crétacé (depuis, j'ai trouvé le crétacé recouvrant le jurassique en discordance de stratification à Galisteo, près de Santa-Fé, au Nouveau-Mexique) ; de plus, elle était plus récente que le nouveau grès rouge américain, puisqu'elle reposait dessus ; et enfin, j'y trouvais des fossiles identiques avec les fossiles jurassiques ou de formes semblables. La conséquence naturelle qui en découle est évidemment que ce terrain appartient à l'époqueoolitique, et qu'il représente, en Amérique, les roches si bien connues des montagnes du Jura.

Achevons la coupe de *Pyramid Mount*. Par-dessus les marnes bleues oxfordiennes se trouvent des assises d'un calcaire sableux, de couleur jaune foncée, très dur, à cassure brillante et miroitante comme le calcaire jaune de l'oolite inférieure du Jura ; ces assises ont de 5 à 6 pieds d'épaisseur chacune, et s'élèvent jusqu'au sommet de la Pyramide, où la couche tout à fait supérieure est un calcaire siliceux, blanc, très compacte, ressemblant pétrographiquement au *forest marble* des environs de Salins et de Besançon.

Après avoir jeté un regard, hélas ! trop rapide du sommet du mont de la Pyramide, sur les immenses solitudes qui nous entouraient, nous nous empressâmes de descendre pour mettre en sûreté les trésors géologiques, botaniques et zoologiques, que chacun de nous avait recueillis, pendant les quatre heures qu'avait duré notre exploration, et nous reprîmes le chemin de la caravane, qui avait six lieues d'avance sur nous, et que nous ne trouvâmes

qu'au camp de Laguna Colorado, à 11 lieues de distance de celui que nous avions quitté le matin : les feux de bivouac nous guidaient dans la nuit, et nous arrivâmes enfin auprès de nos tentes à dix heures du soir, après une course qui avait duré depuis six heures du matin, et pendant laquelle nous avons fait 15 lieues sur le dos de nos mulets.

Je demande pardon d'avoir introduit ici quelques phrases par trop personnelles et un peu étrangères au sujet ; mon excuse est dans ce vieil adage : « Le voyageur aime à raconter. »

Ces caractères lithologiques de grès jaunes et blancs, très durs, avec argiles bleues au sommet, se conservent avec de faibles variantes à mesure que l'on approche du pied même des Rocky mountains ou bien dans les régions de la sierra Madre. La teinte blanche du grès devient quelquefois rosâtre, surtout à l'ouest de la sierra Madre ; mais la couleur jaune est très persistante, et d'après mon expérience de ces régions, je ne doute pas que ce que l'on nomme la *rivière de la roche jaune* (Yellow stone river), sur le haut Missouri, n'ait une partie de son cours sur ou entre des falaises de ce grès jaune jurassique. Les couches de calcaire qui se trouvent dans ce terrain, persistent sur tout le plateau du Llano estacado, et même de l'autre côté du rio Pecos, dans la région autour de Léon Spring ; mais elles disparaissent entièrement dans la sierra Madre. Les argiles bleues, contenant des Gryphées, se retrouvent avec la *Gryphæa Tucumcarii*, à Léon Spring, sur la route du fort Inge, à El Paso, sur plusieurs points sud du Llano estacado, là où il a été traversé par les routes des capitaines Marey et Pope, sur les hauteurs, à côté du village de Covero, et sur plusieurs points de la Mesa ou plateau qui s'étend d'Inscription-rock au Cañon de Chaca, dans le pays des Indiens Navajos, à l'ouest de la sierra Madre. Seulement, les *Gryphæa Tucumcarii*, sont toutes plus petites que les exemplaires recueillis à Pyramid mount et à Plaza larga. De l'autre côté de la sierra Madre, on trouve dans ces argiles, sur beaucoup de points, tels qu'à Ojo Pescado, près du Pueblo de Zuni, aux environs du fort Défiance, et au Cañon de Chaca, des assises de houille bitumineuse n'ayant que 2 à 4 pouces d'épaisseur, et qui, je pense, ne pourront jamais être exploitées avec avantage. Il est très probable que les couches de houille signalées par le lieutenant Abert, à Raton mountains, et par le colonel Frémont, à Muddy river, sont les mêmes que celles d'Ojo Pescado et du Cañon de Chaca.

J'ai constaté la présence du terrain jurassique, soit par moi-même, soit par l'examen des échantillons et des notes qui m'ont été

remis par des officiers de l'armée des États-Unis ayant dirigé des expéditions militaires dans ces régions, aux endroits suivants : D'abord tout le sommet de l'immense Llano estacado est formé par le terrain jurassique, excepté au fond de deux immenses crevasses qui ont été signalées par M. Kendall dans un livre intitulé : *Narrative of the Texan Santa-Fé expedition*, et où l'on voit le nouveau grès rouge; on trouve aussi le terrain jurassique formant les sommets du plateau qui s'étend entre Léon et Campanche springs et le Presidio del Norte; il forme les sommets de la sierra de Guadalupe, près de Delaware creek, et s'étend de là sur le plateau ou Llano qui s'allonge à droite du rio Pecos, en passant par le Bosque grande, le Bosque rotondo, le Cañon blanco, à Cuesta, San-Miguel, et près du village de Galisteo. Au nord du Llano estacado, on voit le terrain jurassique formant les sommets de montagnes coniques isolées, telles, entre autres, que les monts des grand et petit Tucumcari et les sommets du Llano, vraie prolongation du Llano estacado, qui s'étend entre les rivières Canadienne, du Cimaron, du Purgatoire et du Haut-Arkansas. On le rencontre formant les sommets des hauts plateaux qui se trouvent entre les forts Bents, Saint-Vrain et Laramie; sur la rive droite du rio Grande del Norte, il se retrouve au-dessus des plateaux à côté du village de Covero, du Pueblo d'Acoma, autour du volcan éteint du mont Taylor, au cañon et sur le rio de Chaca, près des sources du rio de San-Juan et de la grande Rivière. Enfin, sur le versant occidental de la sierra Madre, le terrain jurassique forme les sommets des *Mesa* ou *Llano*, qui s'étendent entre Inscriptions-rock et le Pueblo de Zuni, et se dirigent du côté du fort Défiance et du cañon de Chelly. Je ne l'ai pas rencontré plus à l'O. que le 109° degré de longitude à l'O. de Greenwich; le colonel Frémont l'ayant trouvé par le 111° degré.

D'après ce qui précède, on voit que le terrain jurassique a une distribution géographique assez vaste, dans les régions des Montagnes Rocheuses. D'un autre côté, sa puissance, qui ne dépasse pas 400 pieds, et la rareté des fossiles, limités pour le moment à une Gryphée, une Huître et une Trigonie, présentent de très grandes différences avec le terrain jurassique d'Europe, qui est si puissant, et aussi si riche en fossiles, surtout en céphalopodes, échinodermes et polypiers. Des recherches ultérieures amèneront, je n'en doute pas, de nouveaux rapprochements entre les formations jurassiques américaine et européenne; je n'ai guère que signalé le fait et planté un jalon géologique dans cette *terra incognita*; à mes successeurs de mesurer et d'explorer la mine que j'ai seulement indiquée.

Liste des fossiles caractéristiques du terrain jurassique.

Gryphaea dilatata, Sow. (pl. XXI, fig. 1 a, 2 et 3). — Cette coquille, dont nous faisons représenter l'état adulte et l'état jeune, ne laissera aucun doute sur son identité avec celle de l'oxford-clay de l'Europe occidentale. La figure 3 représente une forme plus allongée, que nous distinguons provisoirement à titre de variété, en lui assignant le nom de la montagne de Tucumari, près de laquelle nous l'avons trouvée et qui est célèbre dans les plaines de l'Ouest. Les caractères essentiels de la charnière sont d'ailleurs ceux du type de l'espèce.

Ostrea Marshii, Sow. (pl. XXI, fig. 4). — La seule valve de cette coquille que nous ayons rencontrée avec l'espèce précédente, nous paraît également ne pas différer de celle à laquelle nous la rapportons.

VII. TERRAIN CRÉTACÉ.

M. Vanuxem, à qui la géologie américaine doit entièrement la classification de toutes les assises siluriennes et dévoniennes de l'État de New-York, est le premier qui ait découvert le terrain crétacé aux États-Unis. Reconnues d'abord dans l'État de New-Jersey, les roches crétacées s'étendent tout le long du versant oriental des Alleghanys depuis le voisinage de New-York jusqu'en Géorgie, occupant une bande assez étroite, et qui souvent même est interrompue par suite des dépôts tertiaires qui sont venus s'y superposer et les empêchent d'affleurer. La bande s'élargit beaucoup et s'étend sans interruption dans les États de Géorgie, d'Alabama, de Mississipi et de Tennessee, en formant une ceinture autour des extrémités méridionales des monts Alleghanys et du bassin hydrographique de la rivière Ohio. Dans la région du fleuve Mississipi, le terrain crétacé disparaît sous les terrains tertiaires et surtout quaternaires; mais il affleure de nouveau dans la partie sud de l'État d'Arkansas, et s'étend alors sans interruption depuis la rivière Rouge de la Louisiane jusqu'au rio Grande del Norte, en remontant cette rivière jusque vers Santa-Fé dans le Nouveau-Mexique, et pénétrant au Mexique où il forme une partie des États de Nueva-León, San-Luis, Zacatecas, etc. De Preston, sur la rivière Rouge, la bande crétacée qui était assez large au Texas, de 60 à 80 milles, se rétrécit et n'est plus que de 30 à 60 milles; elle remonte alors la False-Washita, traverse la rivière Canadienne par le 99^e degré de longitude O. de Greenwich et continue de s'élever au nord jusqu'aux environs des forts Mandan

et Union, sur le Haut-Missouri, par le 48^e degré de latitude, en formant des espèces d'îlots placés aux sommets de collines dénudées. Ces îles crétacées, que l'on rencontre ainsi dans les Prairies, indiquent qu'elles formaient autrefois une bande continue, qui n'a jamais dû être très large même au moment du dépôt et qui a été formée dans un golfe très étroit, espèce de mer de Baffin ou de mer Baltique de cette époque.

Cette distribution géographique du terrain crétacé dans les États-Unis en rend l'étude assez difficile, et malgré les recherches de M. Vanuxem, Morton, Lyell, Thomey, Ferdinand Roemer et l'excellent résumé qu'en a fait M. d'Archiac, dans le V^e volume de son *Histoire des progrès de la géologie*, on ne possède pas encore sur ce terrain de travaux d'ensemble suffisamment exacts et détaillés.

Le terrain crétacé peut se diviser, du moins provisoirement, en trois grands groupes, qui correspondent assez exactement à ce que l'on a nommé en Europe : 1^o le néocomien, 2^o le grès vert supérieur et la craie marneuse, 3^o la craie blanche.

Tous ces groupes ne se trouvent pas dans les mêmes régions ; ainsi à l'est du fleuve Mississipi on n'a pas encore rencontré le néocomien, qui paraît ne pas y exister ; ce n'est qu'à l'ouest de ce fleuve et surtout dans le Texas qu'on le rencontre, aussi commencerai-je la description du terrain crétacé par les régions texiennes et mexicaines.

Aux environs de la ville de Preston, du fort Washita et en remontant les bords de la rivière False-Washita, on rencontre, en stratification discordante, reposant soit sur le terrain carbonifère, soit sur le terrain du nouveau grès rouge, des couches de calcaire, de couleur gris jaunâtre, compacte, bien stratifié, renfermant une quantité prodigieuse de Gryphées. La puissance totale des assises de ce calcaire n'est que de 8 à 30 pieds ; il contient quelquefois des grains verts de fer hydro-silicaté (environs de Preston) ; et aussi quelquefois la grande quantité de Gryphées un peu brisées qu'on y trouve lui donnent un aspect de lumachelle ; mais généralement ces Gryphées sont bien conservées ; le plus grand nombre appartiennent à la *Gryphaea Pitcheri*, espèce décrite et figurée d'abord par M. Morton, puis par M. Ferdinand Roemer. Les exemplaires figurés sont tous déformés ou incomplets, et, de plus, la petite valve n'a pas encore été représentée ; c'est pourquoi j'ai jugé à propos de donner ici des figures de la *Gryphaea Pitcheri*, Mort. (pl. XXI, fig. 5, 6), qui montrent bien ses caractères distinctifs de toutes les autres Gryphées crétacées d'Amérique et de la *Gryphaea Tucumanii*, avec

laquelle elle n'a aucun rapport. Les dessins de M. F. Roemer (1) (pl. IX, fig. 1 a, b, c) en donnent même une idée peu exacte; ainsi la figure 1 c pourrait être prise pour la *G. arcuata*, et la figure 1 b ne montre nullement l'obliquité du crochet et surtout son aplatissement, qui est tout à fait caractéristique de cette espèce.

Des argiles d'une couleur bleue claire se superposent à ces calcaires dans les environs de Preston et du fort Washita. Elles contiennent en abondance plusieurs espèces de fossiles dont les plus communs sont : *Gryphæa sinuata*, Sow., grosse espèce de Gryphée très caractéristique du *lower green sand* ou néocomien d'Angleterre; *Exogyra Texana*, Roem., *Ostrea carinata*, Lam., *Pecten quadrilobatus*, Sow., *Caprotina Texana*, Roem., et *Toxaster Texanus*, Roem. Tous ces fossiles sont identiques ou ont des formes analogues à celles des espèces néocomiennes des environs de Neuchâtel et d'Angleterre, et comme les roches dans lesquelles on les trouve appartiennent aux assises les plus inférieures du terrain crétacé d'Amérique, il est naturel d'en conclure que cette formation correspond au néocomien d'Europe. Ainsi, lorsque dans « *A geological map of the United States, with an explanatory text* », publié en 1853, à Boston, je disais, page 45, qu'il était hautement probable que l'on trouverait le néocomien dans les territoires indiens du *Far West*, j'avais prédit vrai, et deux ou trois mois seulement après la publication de ce livre, je découvrais la formation néocomienne au fort Washita, sur la rivière Faise-Washita et dans la Prairie, par le 99° degré de longitude (de Greenwich) et le 35° degré de latitude. Depuis lors, d'après des échantillons qui m'ont été soumis et des descriptions, je n'hésite pas à rapporter au néocomien une bande de calcaire qui s'étend depuis la rivière Verte-Gris, en faisant un coude vers l'ouest pour redescendre les bords de la rivière Faise Washita, en passant par Preston; cette bande forme ensuite les premiers plateaux du Texas, surtout ceux à l'ouest de New-Braunfelds et de Frederickburg, d'où sortent les rios San-Saba, Pédernales et Guadeloupé; enfin elle se poursuit sur ces plateaux, qui vont buter au pied sud du Llano estacado, jusqu'aux sources du rio Colorado du Texas, où l'on trouve une grande quantité d'*Exogyra Texana*, espèce qui a les plus grandes ressemblances avec l'*Ostrea flabellata* de Goldfuss. Je n'ai pu trouver aucune indication qui pût me permettre de tracer le

(1) Voyer *Die Kreidebildungen von Texas*, page 73.

néocomien plus au nord que la rivière Vert-de-Gris. Son épaisseur varie de 6 à 50 pieds. Le premier cas se présente dans les endroits où il a été bien dénudé et où il n'en reste plus que des débris de couches, comme sur les bords de la False-Washita. Par rapport au niveau de la mer, les assises néocomiennes occupent une position d'altitude bien inférieure à celles du jurassique du Llano estacado, et cependant supérieure à celles du grès vert supérieur et de la craie marneuse qui lui succède comme âge relatif et superposition. Ainsi, dans ma ligne d'exploration des Prairies, en suivant à peu près le 35° degré de latitude, voici les cotes de hauteur : le grès vert supérieur que l'on trouve dans le lit même de *Little river*, et presque à son embouchure dans la rivière canadienne, à un village indien Shawnees est élevé de 800 pieds au-dessus du niveau de la mer ; le néocomien, qui est distant de ce point de 210 milles plus à l'ouest, a une altitude de 2000 pieds ; enfin, le premier endroit sur cette ligne où l'on rencontre le terrain jurassique et qui est distant de celui où l'on a rencontré le néocomien de 230 milles, se trouve sur le Llano estacado, et est par 4300 pieds d'élévation. Je pense que plus au sud, par le 32° degré de latitude, ces différences d'altitude et de distance entre ces trois formations sont beaucoup moindres, et, de plus, je suis très porté à penser que l'on trouvera le terrain néocomien en superposition du terrain jurassique quelque part sur le plateau qui s'étend des sources du rio Colorado du Texas au rio Pecos et à Léon-Spring. Dans tous les cas ces différences indiquent assez que de profondes modifications dans le relief de ces régions ont eu lieu entre les dépôts jurassiques et néocomiens, et, en effet, c'est à ce moment que je rapporte l'apparition des chaînes principales des Rocky-Mountains.

Le grès vert supérieur et la craie marneuse ne forment qu'un seul groupe qui, au Texas et dans les prairies de l'Ouest, est composé généralement de calcaire sableux de couleur gris blanchâtre, renfermant une grande quantité de fossiles tels que Ammonites, Baculites, Inocérames. A ces calcaires blancs sont superposées des assises de calcaire marneux, à grains verts, contenant une grande quantité d'écailles et de dents de poissons. L'épaisseur de ces assises n'est pas considérable et ne dépasse pas 20 pieds. On peut observer très bien ce groupe à Horse-Head Crossing, sur la rive gauche du rio Pecos où la route du Fort Inge à Elpasso traverse cette rivière ; entre New-Braunfelds et San-Antonio de Bex ; est dans le lit de la rivière Trinity, est d'Elm Fork, un des tributaires de cette rivière ; près de Preston ; au Shawnee Settlement,

sur le Little-river, où la couche à grains verts et à dents de poissons se trouve dans le lit même de la rivière ; à la rivière Vert-de-Gris, qui a reçu son nom de la présence de ces calcaires à grains verts, formant le fond même de cette rivière sur un assez long parcours. Plus au nord, le calcaire devient argileux, de couleur bleue ou grisâtre. On le trouve avec ces caractères à la rivière Bleue, l'un des affluents du Kansas, sur la rivière *Smoky-Hill*, près du Fort-Bent ; tout le long de la rive droite de la rivière Missouri, à partir de Council Bluff et du confluent de la rivière Little Sionx jusqu'au fort Pierre Chouteau ; Sage Creek dans les Mauvaises-Terres ; le fort Mandan et le fort Union. Dans ces hautes régions du Missouri, de même que sur les bords de la rivière Canadienne et de la Falls e Washita, l'immense dénudation et le ravinage des prairies a élevé en grande partie le terrain crétacé, et n'en a laissé qu'une ligne étroite et très longue formée de lambeaux ou îlots perchés aux sommets des mamelons triasiques ou carbonifères, et qui indiquent seulement qu'une grande bande de crétacé y a existé. En voyant ces lambeaux de couches calcaires ressemblant de loin à des murs en ruines placés aux sommets des collines, mes souvenirs me rappelèrent involontairement ces ruines des nombreux châteaux féodaux qui s'aperçoivent sur les collines jurassiques de la Franche-Comté et de la Bourgogne. Une seule différence existe entre ces deux espèces de ruines ; il est vrai qu'elle est grande comme l'abîme immense qui sépare Dieu de l'homme. Des siècles, des milliers d'années, probablement des périodes géologiques à venir, verront encore ces ruines crétacées exister sur ces mêmes places, tandis qu'un siècle ou deux au plus suffiront pour effacer ce qui reste des ruines féodales ; en un mot, les unes sont les ruines de l'écorce terrestre, tandis que les autres sont des tas de pierres amoncelées par l'homme. Avec les premières, on déchiffre un chapitre entier de l'histoire du globe, et avec les secondes, on n'a qu'une seule page de l'histoire de l'humanité.

Les fossiles les plus caractéristiques du grès vert supérieur et de la craie marneuse du Texas, des Prairies et du Haut-Missouri, sont les espèces suivantes : *Ammonites flaccidicosta*, Rœm., *A. Guadalupa*, Rœm., *A. pederalis*, Von Buch, *A. placentata*, DeKay, *A. Mandanensis*, Mort., *A. Nicoleti*, Mort., *A. Conradi*, Mort., et *A. nebrascensis*, Owen, *Baculites asper*, Mort., et *B. anceps*, Lamk., *Inoceramus Barabini*, Mort., et *I. sagiensis*, Owen, *Exogyra ponderosa*, Rœm., *Hemioaster texanus*, Rœm., et *H. elegans*, Shum. ; des dents de poissons appartenant aux espèces suivantes : *Oxyrhina Mantelli*, Agass., *Lamna Texanu* et *Otodus*

appendiculatus, Agass., et enfin des squelettes entiers de sauriens, tels que le *Mososaurus Maximiliani*, Goldf.

La craie blanche proprement dite n'avait pas encore été reconnue dans ces régions à l'ouest du Mississipi, malgré les assertions de M. Ferdinand Roemer qui avait cru la reconnaître dans les assises de craie marneuse des environs de New-Braunfelds au Texas. Dans mon exploration des montagnes Rocheuses, j'ai reconnu la craie blanche dans la vallée du rio Grande del Norte, entre Pena Blanca, Galisteo, Albuquerque et Las Lunas, et d'après la topographie et des renseignements, je ne doute pas que toute la vallée du rio Grande, depuis Laredo (Texas) jusque vers Taos (Nouveau-Mexique), ne contienne cette formation formant une bande assez étroite, avec des appendices dans quelques vallées latérales, telles que celles qui s'étendent entre la sierra Weco et la sierra de los Organos, la Jornada del Muerto, celle du rio Puerco, etc. Les roches qui composent cette formation sont des grès blancs, friables, se décomposant très facilement et donnant lieu alors à des dunes de sable. Ces grès qui reposent en stratification horizontale sur les roches relevées et disloquées du nouveau grès rouge, du jurassique et du carbonifère, occupent tout le fond de la vallée du rio Grande del Norte qui s'étend entre les Rocky mountains, la sierra de Jemez et le mont Taylor. Leur puissance est d'à peu près 200 pieds. Dans quelques points, comme dans le rio de Galisteo, à Galisteo même et sur la rive droite du rio Puerco, les grès blancs sont recouverts par une argile grisâtre, schisteuse, contenant des rognons de fer et présentant intercalées de minces couches de calcaire argileux de couleur gris-jaune. Dans plusieurs endroits, surtout dans le rio de Galisteo et intercalées vis-à-vis de Las Lunas, on trouve dans ces argiles une mince couche de houille bitumineuse, se décomposant facilement au contact de l'air. Ces argiles ont 150 pieds de puissance. Les fossiles sont assez rares dans cette formation; cependant j'y ai recueilli, soit dans le grès, soit dans les argiles, des fragments d'*Ammonites* (deux espèces), de *Baculites*, un *Inoceramus* et enfin des dents de *Ptychodus*; en outre, on y trouve beaucoup de fragments de bois silicifiés, même des troncs d'arbres entiers.

Avant de m'occuper du terrain crétacé des régions à l'est du Mississipi, je ferai remarquer qu'à ma grande surprise, je n'ai pas trouvé trace de ce terrain à partir de la ligne de division entre les eaux qui se jettent dans le golfe du Mexique et celles qui se jettent dans le Pacifique, et même un peu avant d'atteindre cette ligne. Le point le plus occidental où je l'ai rencontré est sur les bords du

rio Puerco, près d'Albuquerque, par $107^{\circ} 30'$ de longitude à l'O. du méridien de Greenwich.

Dans les États de Tennessee, de Mississipi, d'Alabama et de Georgia, le terrain créacé forme une large bande qui entoure l'extrémité méridionale des chaînes des monts Alleghans. Les deux groupes inférieur et supérieur du néocomien et de la craie blanche ne se trouvent pas dans cette partie des États-Unis; le grès vert supérieur et la craie marnense seuls s'y rencontrent. Ayant réuni précédemment le grès vert supérieur et la craie marnense dans un grand groupe unique, bien que cependant on puisse à la rigueur opérer la division de ces deux étages, je continuerai ici à les regarder comme formant un seul groupe ou membre du terrain créacé américain, tout en le subdivisant en deux sous-groupes. A la base et formant la première subdivision, on a des sables et argiles sableuses de couleur verte, et correspondant stratigraphiquement au grès vert supérieur d'Angleterre et de France. On trouve quelques fossiles dans cette subdivision qui est du reste peu puissante, car elle n'atteint guère que 20 à 30 pieds d'épaisseur. M^M. Tuomey et Licher, à qui l'on doit de bonnes descriptions géologiques sur les États du Mississipi et d'Alabama, ont reconnu ces argiles et sables verts avec fossiles créacés, dans les comtés de Tishamingo et Itawamba (Mississipi), et dans ceux de Greene, Perry, Autanga et Tallapoosa (Alabama). Superposées sur ces roches du grès vert se trouvent de nombreuses assises d'un calcaire argileux tendre, facilement décomposé par les actions atmosphériques, et appelé à cause de cela calcaire pourri (*rotten limestone*) et roche perforée (*bored rock*). Son épaisseur est d'au moins 1000 pieds; il est bien stratifié, les assises plongeant légèrement vers le S., et l'on y trouve un assez grand nombre de fossiles. Les localités où l'on peut le mieux l'observer sont entre les comtés de Choctaw et de Lowndes, dans l'État de Mississipi, et sur les bords de la rivière Tombigby, dans les comtés de Marengo et de Montgomery dans l'Alabama. Les fossiles les plus caractéristiques qu'on y rencontre, et qui indiquent assez que ces couches de *rotten limestone* correspondent à la craie marnense d'Europe, sont: *Ammonites plaventa*, Dek., *A. Couradi*, Mort., *Belemnites Americanus*, Mort., *Hamites torquatus*, Mort., *Inoceramus Barabini*, Mort., *Gryphæa mutabilis*, Mort., et des restes de *Mosasaurus*.

Dans les deux Carolines, la Virginie, le Delaware et le New-Jersey, le terrain créacé n'apparaît que sur un petit nombre de points; étant recouvert par des terrains plus récents, il n'affleure que rarement. Comme dans l'Alabama, il ne se compose que du

groupe moyen avec ses deux subdivisions en sables et argiles vertes à la base et en calcaire au sommet, avec une différence toutefois dans la couleur du calcaire qui, dans le New-Jersey, est jaune clair, et dans sa puissance qui n'est guère que de 40 à 50 pieds d'épaisseur au lieu de 1000 pieds. Bordentown, l'ancienne villa de Joseph Bonaparte, et les bords de Timber-Creek, près de Philadelphie, sont depuis longtemps célèbres pour ce terrain crétaé américain ; on y recueille en abondance des fossiles dont les plus remarquables sont les suivants : dents de poisson des genres *Lamna* et *Charcarias*, *Ammonites placenta*, Dek., *Belemnites mucronatus*, Mort., *Terebratula Hartani*, Mort., *Gryphaea mutabilis*, Mort., *Hemister perastatus*, Mort., *Cularis armiger*, Mort., etc. ; vertèbres et ossements de *Mososaurus* et d'*Hyposaurus*, et enfin un mammifère de l'ordre des Dauphins ou Phoques appelé par M. Leidy *Stenorhynchus vetus*.

Le terrain crétaé, ainsi qu'on vient de le voir, est loin de jouer dans la série stratigraphique des roches fossilifères d'Amérique un rôle aussi important qu'on avait été d'abord porté à le croire d'après des reconnaissances effectuées rapidement sur le Haut-Missouri, et tout en présentant, comme puissance des assises et sous le rapport de la variété dans les espèces de fossiles, un plus grand développement que le terrain jurassique américain, il s'en manque de beaucoup qu'il atteigne l'importance que le crétaé a en Europe.

VIII. TERRAIN TERTIAIRE.

Les roches tertiaires occupent une surface assez considérable, et dont la distribution géographique est compliquée, en même temps que très différente de celle qu'on leur connaît de ce côté de l'Atlantique. Ainsi, en Europe, le terrain tertiaire suit généralement les principaux cours d'eau, dont il forme le fond des bassins, et il présente des découpures et des zigzags à l'infini, comme les capricieuses sinuosités des rivières, dont il a la prétention de vouloir monopoliser tout le cours. Tandis qu'en Amérique il forme des bandes ou zones qui s'étendent aux pieds orientaux des monts Alléghans et des Rocky mountains, sur les bords du golfe du Mexique et sur les côtes de l'océan Pacifique, et les grands fleuves américains n'ont rien de commun avec sa distribution géographique. Par suite de cette disposition, les grands centres de populations qui, en Europe, se trouvent presque toujours placés sur le terrain tertiaire, ainsi Londres, Paris, Vienne, Berlin, Bruxelles,

Milan, etc., sont situés, dans le Nouveau Monde, soit sur les roches éruptives, comme New-York, Boston et San-Francisco, soit sur les roches stratifiées paléozoïques, tels que Québec, Cincinnati, Saint-Louis, Buffalo, etc. Afin d'éviter des répétitions, et surtout, pour préciser davantage, je vais décrire séparément les trois grandes régions américaines occupées par le terrain tertiaire, savoir : 1^o la région des bords de l'Atlantique et du golfe du Mexique ; 2^o celle du pied oriental des Rocky mountains ; et enfin, 3^o la région de la sierra Nevada et du Coast range de Californie.

La première région des bords de l'Atlantique et du golfe du Mexique, par laquelle je commence ma description, est la seule qui ait été soumise à quelques recherches précises et un peu suivies, et cependant son étude est encore bien peu avancée. Confondues avec les roches crétacées, quaternaires, et même modernes, les formations tertiaires n'ont été reconnues avec précision que sur un petit nombre de points, soit par suite de cette confusion même, soit aussi par suite de la difficulté d'exploration de ces contrées basses et très boisées ; et c'est à MM. Lea, Conrad, Lyell, Tuomey et Romer, que l'on doit les seuls détails exacts et vrais que l'on possède. Le terrain tertiaire de cette région forme une bande qui s'étend de Boston et du cap Cod jusqu'à Matamoras, à l'embouchure du rio Grande del Norte, bordant presque constamment les bords de la mer, et recouvrant tantôt les roches éruptives et métamorphiques, tantôt les strates des terrains crétacés et carbonifères. La largeur de cette zone varie entre 10 milles et 150 milles, et la hauteur des strates au-dessus du niveau de la mer ne dépasse pas 300 pieds.

En Europe, on a généralement divisé les assises tertiaires en trois étages, savoir : inférieur ou éocène, moyen ou miocène, et supérieur ou pliocène ; et M. Lyell, qui est un des géologues dont les recherches ont le plus contribué à établir cette division, a essayé de l'appliquer aussi en Amérique. Ainsi, suivant ce savant, les roches éocènes commencent dans l'État de Delaware, et se poursuivent vers le sud avec des caractères de plus en plus marqués, spécialement dans les États d'Alabama, Mississipi, Louisiane et Texas. Dans le Delaware, le Maryland et la Virginie, les strates qui forment l'éocène sont composées principalement de marnes et de sables verts, ayant les plus grandes ressemblances minéralogiques avec les roches du grès vert supérieur du New-Jersey, ce qui s'explique facilement par une destruction partielle et un remaniement du système crétacé au commencement des dépôts éocènes.

Dans la Caroline, la Géorgie, l'Alabama et le Mississipi, ces

caractères minéralogiques de l'éocène changent ; les marnes et les sables verts sont remplacés par des calcaires blancs, souvent très compacts, des argiles plastiques blanches et rouges, et quelquefois, spécialement au Texas, par des sables ferrugineux.

On rencontre un grand nombre de fossiles dans ces strates éocènes, et, dès la première vue, on reconnaît immédiatement la différence qui existe entre cette nouvelle faune et celle du terrain crétacé. Ainsi, on ne rencontre plus de mollusques céphalopodes, tels que les genres *Ammonites*, *Belemnites*, *Buculites*, etc.; mais, en revanche, on y trouve par milliers des mollusques acéphales et gastéropodes, tels que les genres *Ostrea*, *Lucina*, *Maetra*, *Nucula*, *Natica*, *Fusus*, *Pleurotoma*, *Toluta*, *Olivæ*, etc.; un nautilus très gros; de nombreuses dents de requins et de poissons; et enfin, un énorme mammifère de la tribu des cétacés, connu sous le nom de *Zenplodon cetoides*, Owen. Un grand nombre de fossiles éocènes américains sont identiques, ou ressemblent beaucoup à des espèces d'Europe, et indiquent, par suite, pour âge relatif des roches stratifiées dans lesquelles on les rencontre, l'âge du calcaire grossier de Paris, ou du terrain nummulitique des bords de la Méditerranée.

Les localités suivantes peuvent être regardées comme présentant les types de la formation tertiaire éocène de la région des bords de l'Atlantique et du golfe du Mexique; ce sont, savoir: le fort Washington, dans l'État de Maryland; Richmond, en Virginie; Wilmington, dans la Caroline du nord; Santee river, dans la Caroline du sud; Jacksonboro', en Géorgie; Saint-Stephen et Claiborne, dans l'Alabama; Wicksburg, dans l'État du Mississipi; et enfin, Nacogdoches et Caldwell, au Texas. MM. Conrad et Tuomey ont cherché à établir deux divisions dans les couches éocènes; ils nomment, l'une, *Upper or new eocene*, et l'autre, *Lower or older eocene*. La petite ville de Claiborne, située sur un terrasse de 150 pieds d'élévation, sur la rive gauche de la rivière Alabama, est surtout célèbre par le grand nombre et la bonne conservation de ses fossiles, ainsi que par la quantité de descriptions et de coupes qui en ont été données.

Les fossiles les plus communs, et caractéristiques de l'éocène de cette première région, sont: *Zenplodon* ou *Basilosaurus cetoides* et *serratus*; *Charcharodon angustidens*, *acutidens* et *lanceiformis*; *Galeocerdo Egertoni*; *Lamna elegans* et *compressa*; *Ostrea semi-lunata* et *Alabamaensis*; *Lucina rotunda* et *compressa*; *Venericardia Sillimani*; *Nucula ovula*, *magna* et *plana*; *Natica striata*; *Fusus*

Fittonii, *Mortonii* et *ornatus*; *Voluta Vanuxemi*; *Oliva minima* et *Alabamaensis*; *Flabellum cuneiforme*; *Scatella Lyelli*, etc.

Les étages moyen et supérieur, c'est-à-dire le miocène et le pliocène, du terrain tertiaire, ont été bien moins étudiés que l'étage inférieur; et on ne les a encore reconnus que sur un très petit nombre de points. Le pliocène, spécialement, n'a encore été signalé avec précision que dans deux ou trois localités de la Virginie et de New-Jersey; et il est très probable qu'il a été généralement confondu, soit avec les roches de l'époque quaternaire, soit avec celles de l'étage miocène. Jusqu'à présent, on n'a pas encore rencontré le miocène ni le pliocène dans les États du Texas, du Mississipi, d'Alabama et de Géorgie. C'est seulement à partir de la Caroline du Sud, et en remontant les côtes de la mer jusque dans l'État du Maine, que l'on a décrit des couches de sables et d'argiles contenant des fossiles identiques, ou très semblables à ceux que l'on trouve dans la molasse de la Suisse, les faluns de la Touraine et dans le crag de Suffolk. Les principaux points où l'on a signalé l'existence du miocène et du pliocène sont : Wilmington, dans la Caroline du Nord; City Point et Coggin's Point, en Virginie; Williamsburg, dans le Maryland; le comté de Cumberland, dans le New-Jersey; West-Point, à New-York; les îles de Nantucket et de Martha's Vineyard; Portland et Augusta, dans le Maine.

Le terrain tertiaire de la seconde région, qui s'étend sur le versant oriental des Rocky mountains, semble présenter une formation presque exclusivement d'eau douce, appartenant à l'époque éocène supérieure, et ayant la plus grande analogie avec le *calcaire lacustre moyen* et les *gypses de Montmartre* du bassin tertiaire de Paris. L'étude de cette région est fort incomplète, et les seules observations un peu exactes que l'on possède sur quelques-unes de ses parties ont été faites par M. John Richardson, en 1848, dans une expédition exécutée par ce savant à l'embouchure de la rivière Mackenzie, étant à la recherche du grand navigateur sir John Franklin; et par M. John Evans, en 1849, dans une reconnaissance géologique des Mauvaises Terres du Nebraska. Le capitaine Stansbury a signalé un dépôt tertiaire avec coquilles et ossements fossiles sur les bords de la rivière Platte, à peu près à moitié chemin entre les forts Kearney et Laramie. Au nord et au sud du fort Saint-Vrain, très près de ce fort, sur la route du fort Laramie au fort Bents, et au pied même des Rocky mountains, se trouvent deux petits bassins tertiaires qui m'ont été signalés par le major Carle-

ton, du 2^e dragons; une couche de sable de 10 à 15 pieds d'épaisseur, et contenant en quantité prodigieuse une espèce d'*Ostrea* allongée et étroite, et dont l'identique a été recueillie par le lieutenant Whipple dans le désert californien, entre le fort Yuma et San-Diego, compose ce tertiaire des environs du fort Saint-Vrain.

M. John Evans, en explorant les environs du fort Pierre Chouteau, entre les rivières Blanche et Chayenne, dans un endroit appelé *Mauvaise-Terre* et situé par le 42^e degré de latitude N., reconnut une formation tertiaire éocène située dans le fond d'une large et profonde vallée; vallée de dénudation, d'ailleurs, comme toutes celles des Prairies. Cette formation comprend surtout des calcaires blancs ou gris-clairs, des marnes et des argiles siliceuses. Plusieurs des assises de ces roches renferment de véritables *bone beds* (couches d'ossements) et des tortues en abondance. L'épaisseur totale de cet éocène des Mauvaises-Terres ne paraît pas dépasser 120 pieds. Le docteur Leidy, de Philadelphie, qui a décrit les échantillons recueillis par MM. Evans et Culbertson, dans un mémoire intitulé *the ancient Fauna of Nebraska* (*Smithsonian contribution to Knowledge*, 1854), pense que ces ossements du Nebraska appartiennent, soit à des mammifères de l'ordre des pachydermes, soit à un genre nouveau réunissant les caractères des pachydermes à ceux des ruminants, et qu'il a désigné sous le nom d'*Oreodon*. Il n'a rencontré qu'un seul animal carnivore appartenant au genre *Machairodus*, et les chéloniens fossiles sont tous rapportés par lui au genre *Testudo*.

Les fossiles figurés et caractérisés par M. Leidy dans le mémoire cité, sont les suivants :

Pœbrotherium Wilsonii, espèce de ruminant voisin du genre actuel des muscs; *Agriochærus antiquus*, espèce qu'on peut placer entre les ruminants de l'époque moderne et les *Anoplotherium*; *Oreodon Culbertsonii* et *gracilis*; *Eucrotaphus auritus*, espèce appartenant probablement aux ruminants; *Archæotherium Mortoni* et *robustum*, genre voisin des rhinocéros et hippopotames; *Auchiterium Bairdii*, *Titanotherium Proutii*, *Paleotherium giganteum*, espèce de taille double du *P. magnum* de Montmartre; *Rhinoceros occidentalis* et *Nebrascensis*, ces deux rhinocéros sont de tailles assez petites, surtout le second; *Machairodus primævus*, espèce de carnivore un peu plus petit que la panthère américaine actuelle; *Testudo Nebrascensis*, *hemisphærica*, *Oweni*, *Culbertsoni* et *lata*, ces tortues ont des affinités avec le genre *Emys*.

Des couches de houille ou plutôt de lignite tertiaire existent sur les bords de la rivière Mackensie, entre le fort Norman et

l'embouchure de la rivière Bear Lake par le 65° degré de latitude N. M. John Richardson, qui a décrit cette localité, dit que la houille s'y trouve dans trois ou quatre couches différentes ayant 9 pieds d'épaisseur, et que des graviers, des grès et de l'argile sont interstratifiés et alternent avec elles. D'après M. Richardson, cette houille présente une structure de bois ayant les plus grandes analogies avec les *Pinus*; tantôt elle est très bitumineuse, tantôt elle ressemble à du charbon de bois. Cette formation présente le curieux phénomène de prendre feu d'une manière spontanée. Les couches de houille s'y trouvent ainsi détruites à mesure qu'elles sont exposées à l'air. On voit de la fumée et des flammes pendant la nuit sur une partie ou sur l'autre de cette formation, de telle sorte que depuis 1785, époque à laquelle Alexandre Mackensie a découvert cette formation, le feu y a été d'une manière permanente et non interrompue. MM. Mackensie, Drummond et Evans ont signalé ces couches de houille et de lignite tertiaires sur plusieurs autres points du pied oriental des montagnes Rocheuses, tels que sur les branches nord et sud de la rivière Saskatchewan et sur les bords du Haut-Missouri, entre les forts Clarke et Berthold. Mais, je le répète, l'étude de ce bassin tertiaire est fort incomplète, et ses limites sont des plus vagues.

Enfin la région de la sierra Nevada et du Coast range de Californie présente sur un grand nombre de points des roches stratifiées qui appartiennent à l'époque tertiaire. J'entends par région de la sierra Nevada, non-seulement la chaîne connue géographiquement sous ce nom, mais une série de dix à douze autres chaînes parallèles allant toutes du N. au S., commençant par le 113° degré de longitude à l'O. de Greenwich, et comprenant tout le pays connu sous le nom de *désert californien* ou *Great-Basin*. L'exploration géologique de cet immense désert, et même de la Californie proprement dite, est à peine commencée, et l'ébauche que j'en donne est le résultat de quelques excursions rapides que j'y ai faites dans le printemps de 1854.

Un calcaire blanc, assez dur, contenant des fossiles tels que *Ostrea*, *Fusus*, dents de requins, etc., se trouve sur plusieurs points du Coast range, et spécialement à 6 lieues au S. de Monterey, où il forme le sommet même des montagnes, les assises étant alors fortement disloquées et relevées. Les fossiles indiquent l'étage tertiaire inférieur ou éocène, et plusieurs des dents de poissons et de requins sont identiques avec des espèces éocènes de la Caroline du Sud et de l'Alabama. Dans la vallée du rio San-Joaquin, ce calcaire est remplacé par un grès et des argiles qui s'ob-

servent surtout autour du monte Diabolo, au rancho de Livermore et à Martinès, où l'on trouve beaucoup d'*Ostrea* et des vertèbres et ossements de balcines voisins du genre *Zeuglodon*. J'ai rencontré entre le rio Colorado et la rivière des Mohavees, au sommet d'un haut plateau, des couches d'un calcaire blanchâtre qui m'a paru être tertiaire éocène. Ce calcaire se poursuit dans la direction du S. où il est souvent recouvert par du sable du terrain moderne, et la route qui part du fort Yuma, à l'embouchure du rio Gila dans le rio Colorado, et qui va à San-Diego, le traverse en plusieurs points; il y présente une espèce d'*Ostrea* allongée, qui m'a paru identique avec celle trouvée près du fort Saint-Vrain et au rancho de Livermore.

Dans les ravins et les contre-forts des diverses chaînes de la sierra Nevada, on rencontre un conglomérat passant souvent à un grès très fin, à stratification diffuse et très massive, les strates s'apercevant difficilement, et de couleur blanche ou rouge foncée. Je n'ai pas rencontré de fossiles dans ce conglomérat, mais je les ai vus aux environs de Los Angeles et de San-Bernardino reposer horizontalement sur les assises disloquées du calcaire éocène. Ils ont été à leur tour relevés fortement par les roches éruptives de la sierra Nevada, ainsi que j'ai pu l'observer sur un grand nombre de points, notamment à Cajon Pass, sur la route des Mormons au grand lac Salé, et au rio Colorado entre l'embouchure du Bill William fork et le village de Mohavees. M. Dana, dans sa *Geology of the U.-S. exploring expedition*, rapporte au terrain tertiaire plusieurs couches de grès et d'argiles qui se trouvent situées entre l'embouchure de la Columbia et la baie de San-Francisco. Dans ce même ouvrage, M. Dana décrit, aux environs des Shasty mountains et de la rivière Umpqua, des couches de grès, d'argiles et de conglomérats dont il n'a pas déterminé l'âge relatif, les désignant sous le nom vague de *Early sandstone and conglomerate*. J'avais pensé que peut-être cette formation devait être du nouveau grès rouge, mais depuis mon exploration de la Californie, je les rapporte sans aucun doute au terrain houiller.

IX. TERRAIN QUATERNAIRE.

Le terrain quaternaire ou de diluvium comprend tous les dépôts régulièrement stratifiés ou non, solides ou incohérents, d'origines marine, fluviatile, lacustre ou terrestre, qui ont été formés entre la fin de la période tertiaire supérieure (crag supé-

rieur de Norfolk et de Suffolk) et le commencement des terrains modernes ou de l'époque actuelle. Ces dépôts, qui correspondent aux groupes du *Newer pliocene* ou *Pleistocene* du tertiaire, et au *Post-Pliocene of the Post-Tertiary* de M. Lyell, sont très difficiles à caractériser, même aujourd'hui, malgré les nombreux travaux qui ont été publiés récemment sur ce terrain. Confondues tantôt avec le tertiaire, tantôt avec les dépôts modernes, les roches quaternaires n'ont été classées et limitées avec un certain degré de certitude et de clarté que par M. d'Archiac dans son important ouvrage sur l'*Histoire des progrès de la géologie*.

« Les caractères peu prononcés, dit M. d'Archiac, des sédiments que cette époque a laissés, leur faible épaisseur sur de grandes surfaces, l'absence de régularité, de symétrie et de continuité dans leur disposition générale, ont rendu les comparaisons que l'on a voulu faire et les relations que l'on a voulu établir toujours plus ou moins incomplètes ou incertaines. »

Il y a bien peu de points dans les États-Unis et les provinces anglaises qui soient entièrement dépourvus de toutes traces des dépôts quaternaires. A l'exception des hauts plateaux ou Llanos et des lignes de faite des montagnes ; on trouve presque partout des sables, des argiles, des cailloux roulés, en un mot, ce que l'on appelle du *drift*, ayant une épaisseur plus ou moins considérable, et qui varie de quelques pouces à 300 pieds. Je n'ai pas essayé de colorier sur ma carte cette formation ; sa distribution géographique même s'y oppose ; il faudrait exécuter une carte spéciale et qui ne représentât que ce seul terrain, pour en avoir une juste idée. Les éléments pour la construction de cette carte géologique de l'époque quaternaire américaine manquent en très grande partie, et exigent des recherches spéciales qui demanderont de nombreuses années avant d'être accomplies.

Sur toute la ligne de côtes qui s'étend depuis l'embouchure de l'Hudson à New-York jusqu'à l'embouchure du rio Grande del Norte dans le fond du golfe du Mexique, on observe d'anciennes plages qui se trouvent actuellement dans l'intérieur des terres jusqu'à 10 et 30 lieues de la côte, et qui ont souvent 50 et même 100 pieds d'élévation au-dessus du niveau actuel de la mer. Ces plages, formées de sable identique avec celui de la côte actuelle et de marnes sableuses rougeâtres ou grises, renferment dans leurs assises des masses de coquilles à l'étage fossile, appartenant aux mêmes espèces que celles qui vivent actuellement dans la mer voisine ; de plus, on y trouve du bois passé à l'état de lignite, et des ossements de Bœuf, Tapir, Mastodonte, Éléphant, etc.

En remontant tous les cours d'eau, et surtout le long de l'immense bassin du Mississippi et de ses affluents, on rencontre des cailloux roulés, des graviers, des sables et des argiles, qui se trouvent souvent à des hauteurs de 100 et même 200 pieds au-dessus du niveau actuel des rivières. Ces graviers et argiles quaternaires renferment de grandes quantités de coquilles fluviatiles et terrestres, telles que *Unio*, *Anodonta*, *Helix*, *Papa*, *Planorbis*, *Limnaea*, etc., dont les espèces identiques vivent actuellement sur les bords ou dans les lits mêmes de ces rivières. Ainsi sur les hauteurs qui sont précisément derrière la ville de Pittsburg, entre les rivières Monongahela et Alleghany, on rencontre des argiles renfermant un grand nombre d'*Unio* appartenant toutes aux mêmes espèces que celles vivant actuellement dans l'Ohio, et à une hauteur de 150 pieds au-dessus du niveau actuel de la rivière. A Natchez, sur les bords du Mississippi, on a aussi du terrain quaternaire formant en entier une falaise de 200 pieds d'élévation, et dans laquelle on trouve de nombreuses coquilles fluviatiles et terrestres, identiques avec celles qui vivent actuellement dans les environs, et de plus, on y trouve en abondance des ossements de *Mastodontes*, *Éléphants*, *Bœufs*, *Chevaux*, etc. En remontant le Mississippi et en suivant le cours même du fleuve, on voit ce dépôt quaternaire d'eau douce augmenter de puissance et se mélanger par les 37^e et 38^e degrés de latitude avec le *drift*, qui est aussi un dépôt quaternaire, mais d'origine plus compliquée et spécial aux régions septentrionales d'Amérique. Dans les régions des Prairies, pour toutes les parties au sud de la rivière Arkansas, le diluvium se rencontre dans un très petit nombre de localités disséminées le long des rivières, là où des points de rencontre de deux affluents ont formé les remous; encore n'a-t-il qu'une faible épaisseur de 20 à 50 pieds, étant composé spécialement de graviers et de petits cailloux provenant des montagnes Rocheuses.

J'ai dit que l'on trouvait dans les roches quaternaires américaines de nombreux débris d'ossements qui ont appartenu à des mammifères et à des chéloniens dont plusieurs espèces étaient gigantesques, et qui sont toutes aujourd'hui éteintes. Les localités les plus célèbres pour ces ossements sont : San-Felipe, au Texas; Natchez, dans le Mississippi; West-Feliciana, au Tennessee; Bloomfield et Big, Bone Lick, dans le Kentucky; enfin Cincinnati et Zanesville, dans l'Ohio. Les espèces suivantes sont celles qui s'y rencontrent le plus fréquemment : *Cervus americanus*, *Bison latifrons* et *B. antiquus*, *Bootherium cavifrons* et *B. bombifrons*, *Sus americana*, *Equus americanus*, *Tapirus americanus* et *T.*

Hoyii, Elephas americanus, Mastodon giganteus, Ursus americanus et *U. amplidens, Felis atrox, Castor fiber, Castoroides Ohioensis, Megatherium mirabile, Megalonyx Jeffersonii, Mylodon Harlani, Delphinus Vermontanus*, etc. Je ne puis passer sous silence la découverte que le docteur Dickeson a faite à Natchez, dans la partie éboulée de la falaise, d'un *peleis* humain mêlé avec les ossements des animaux que je viens de citer, et présentant le même degré chimique de fossilisation que les ossements des quadrupèdes éteints. M. Charles Lyell ne croit pas à leur contemporanéité, et explique le fait en disant que ce *peleis* fossilisé est tombé du sommet de la falaise où il y avait probablement un ancien tombeau d'Indien. Cette opinion du savant propagateur du système des causes actuelles n'a pas été adoptée par le docteur Dickeson, qui depuis est venu apporter de nouveaux faits assez embarrassants pour l'existence du tombeau d'Indien au sommet de la falaise. Ainsi le docteur a trouvé un ossement humain en place dans l'argile bleue plastique en compagnie d'ossements de *Megalonyx, Ursus*, etc., et cela près du pied de la falaise, c'est-à-dire au-dessous de 150 pieds de graviers et sables diluviens. De nombreuses citations de restes humains ou de débris d'industrie humaine ont été faites en Europe, comme se trouvant dans les cavernes ou les dépôts diluviens en compagnie d'ossements de vertébrés entièrement éteints. Le squelette fossile de Québec, ceux de la Guadeloupe et le crâne du Brésil, sont d'autres témoins qui viennent militer en faveur de l'existence de l'homme à l'époque quaternaire. Bien que l'on ne puisse douter que plusieurs des observations tendant à admettre l'existence de l'homme lors des dépôts diluviens soient ou inexactes ou interprétées d'une manière trop conclusive, il n'en est pas moins vrai qu'il est difficile, pour ne pas dire impossible, de les rejeter toutes en masse. D'ailleurs, au point de vue théorique, on ne voit pas pourquoi là où les conditions atmosphériques et matérielles permettaient l'existence de l'ours, du bœuf et surtout du cheval et du chien, un ou même des mammifères humains n'aient pu aussi exister et se développer. Voici ce que le docteur Samuel Morton, le plus grand ethnologue de notre époque, a dit sur ce sujet : « Il n'y a pas une seule bonne raison pour douter de l'existence de l'homme à l'état fossile. Nous en avons déjà plusieurs exemples bien authentiques, et nous devons nous attendre à chaque instant à en avoir d'autres, même provenant des roches stratifiées supérieures. Pourquoi ne découvrirait-on pas de restes humains dans les dépôts tertiaires, dans les couches crétacées, et voire même dans le terrain jurassique? Contrairement à toutes les

opinions préconçues, n'a-t-on pas trouvé dans les strates de ce dernier terrain des restes de plusieurs animaux marsupiaux, fait qui a surpris les géologues presque autant que si l'on y avait annoncé la découverte d'ossements humains? » Certes, l'opinion de Morton n'est pas à dédaigner en pareille matière, car il était excellent géologue en même temps qu'œilmologiste sans rival. Auteur d'excellents mémoires sur les fossiles et terrains crétacés d'Amérique, il a publié les célèbres *Crania americana* et *Crania aegyptiaca*, et enfin, c'est d'après ses inspirations et les manuscrits qu'il a laissés qu'a été écrit et publié le *Types of Atankind*, ce livre ou plutôt ce monument des recherches ethnologiques.

Ainsi que je l'ai dit précédemment, à mesure que l'on s'élève vers le nord, le terrain quaternaire devient plus développé, et à partir du parallèle approximatif de la ville de New-York, il vient se compliquer de dépôts propres aux régions froides et glaciales. Dans tout le bassin du fleuve Saint-Laurent et des Grands-Lacs, sur les hauteurs qui bordent ce fleuve depuis son embouchure jusqu'à sa source, c'est-à-dire jusqu'au lac des Septs-Castors, source de la rivière Saint-Loais, premier nom du Saint-Laurent, on rencontre des dépôts de sables et d'argiles, formant des terrasses qui varient de 50 à 150 pieds de puissance et sont situées à 300 et même 400 pieds d'élévation au-dessus du niveau du fleuve. Ces terrasses du terrain quaternaire renferment des coquilles (*Saxicava rugosa*, *Tellina Greenlandica*, *Amya truncata*, *Mytilus edulis*, etc.) identiques avec celles qui vivent actuellement dans les eaux du fleuve et dans le golfe Saint-Laurent; de plus, on y trouve aussi des ossements de mammifères éteints appartenant aux mêmes espèces que celles citées antérieurement. Tous les affluents du Saint-Laurent (la rivière Richelieu, la Sagénay, l'Ottawa, etc.), ainsi que les cours d'eau qui se jettent dans la baie d'Hudson, présentent sur leurs bords ce même phénomène d'anciennes terrasses. Ces dépôts de sables et d'argiles, avec coquilles marines et d'eau douce et débris d'ossements de mammifères, sont exactement identiques avec ceux que nous avons décrits dans les régions méridionales des États-Unis, avec cette différence toutefois qu'ils recouvrent une formation souvent très considérable, composée de *drift*, de blocs erratiques, et de roches polies et striées.

Jusqu'à ces quinze dernières années, l'étude de cette formation de *drift* et de blocs erratiques était restée presque entièrement négligée, et c'est à une discussion d'origine entre les glacialistes et les partisans des débauches et des courants de boue qu'on doit de bonnes observations sur cette partie intéressante des dépôts de la

période quaternaire. Venetz, Charpentier, Agassiz et Forbes, les premiers en même temps que les principaux promoteurs de la théorie glaciaire, ont établi que cette formation est surtout caractérisée par des sables et des argiles renfermant des blocs variant depuis la grosseur d'un caillou ordinaire jusqu'à celle d'une énorme masse. Quelquefois les gros blocs erratiques sont tout à fait isolés, soit que les sables et argiles aient été enlevés, soit qu'il n'y en ait jamais eu dans ces localités. Ces dépôts sont tous de transport, c'est-à-dire que les matériaux qui les composent proviennent tous de différentes distances, qui ne sont pas généralement très éloignées, de 20 à 150 lieues. Un phénomène constant et bien particulier de cette formation, ce sont les marques du passage de ces blocs et graviers sur toutes les roches qui forment le pays où on les rencontre. Ces marques consistent en stries souvent très fines, dont la *majorité* suit une certaine direction. Dans les Alpes et les Vosges, ces stries sont généralement toutes parallèles, mais en Amérique, il n'en est pas ainsi, et je n'ai pas trouvé un seul exemple, ayant un mètre carré de surface, qui ne présente des stries se croisant sous des angles dont l'ouverture varie depuis zéro jusqu'à 90 degrés. Cependant on remarque que la majorité des stries suit une direction générale qui n'est nullement déviée par ce croisement. Les stries ont été burinées avec la même régularité sur toutes espèces de roches: que ce soit du granite, du quartz, du trapp, du calcaire ou même des conglomérats et des poudingues, on a une surface plane parfaitement polie et striée, qui indique que la force qui l'a produite a dû agir avec une grande uniformité et une puissance des plus considérables. En Amérique la direction générale des stries est du nord au sud, en suivant généralement les fonds des bassins. A l'époque de leur formation, le sol présentait à peu près la même configuration et le même relief qu'actuellement; de sorte que l'agent ou les agents qui servaient de remorqueur à tous ces matériaux erratiques, leur a fait suivre des chemins qui sont jalonnés aujourd'hui par les lignes de faite des collines, des montagnes et des falaises de ces régions. Souvent ces lignes de faite ont été traversées, suivant les forces et les circonstances physiques ou matérielles, difficiles à apprécier, par quelques-uns de ces remorqueurs, qui, comme des enfants terribles, sortaient des routes **frayées** et s'en allaient à travers champs, escaladant haies et fossés sans se préoccuper du gros de l'armée, mais arrivant cependant toujours aux mêmes points de rendez-vous, pour y déposer le fret dont ils étaient chargés. Sur les bords du golfe Saint-Laurent, ou a, sur toutes les côtes méridionales (New-Brunswick, Nova-Scotia

et Cap-Breton), de nombreux blocs erratiques et du drift, dont la composition minéralogique des roches indique pour origine les côtes nord et opposées du Labrador et de Terre-Neuve. L'île du Prince Édouard, qui va de l'E. à l'O., a mis obstacle aux mouvements N.-S. des remorqueurs; aussi toute la partie de la Nouvelle-Écosse qui s'étend de Merigomish, Pictou, Tatmagouche jusqu'à Miramichi, ne présente presque pas de blocs erratiques venant du Labrador. Au lieu d'avoir des blocs de granite, de roches amphiboliques, de syénite, de trapp et de quartz, que l'on trouve sur toutes les autres parties du golfe, on a des blocs erratiques du nouveau grès rouge. L'île du Prince Édouard a fait évidemment ici l'effet d'un écran ou d'un barrage; tout en fournissant son contingent de matériaux erratiques, elle a refusé le passage aux matériaux venant du Labrador; et quoiqu'elle se soit laissé escalader par quelques-uns des remorqueurs venant du Labrador, ainsi que le prouvent des blocs et du drift labradoriens trouvés sur sa côte sud, et aussi à Pictou et à Tatmagouche, il n'en est pas moins vrai qu'elle a obligé la grande majorité des remorqueurs à la contourner pour continuer leur route vers le sud.

Maintenant, quelle est la cause ou quelles sont les causes qui ont produit ce polissage en grand et ces stries; en un mot, quel est l'agent, quel est le remorqueur qui a si patiemment et si exactement fait le métier de voiturier entre le pôle nord et le 40^e degré de latitude? Était-ce au moyen de ces immenses paquebots de la ligne hyperboréenne, dont nous avons aujourd'hui encore quelques échantillons dans ces belles et colossales glaces flottantes des bancs de Terre-Neuve et de la côte du Groënland? ou bien roulant sur des rails de boue et de limon, ces blocs et ces graviers arrivaient-ils, comme de nos jours on a vu se mouvoir des montagnes lors de la débâcle de la Dent-du-Midi dans les Alpes? Enfin, transportés sur le dos de glaciers dont les *névés* occupaient tout le cercle polaire, sont-ils venus patiemment s'accumuler et former des moraines frontales, latérales et de fond? Poser ces questions n'est certainement pas les résoudre, de plus savants et de meilleurs observateurs que moi ont entrepris leur solution; aussi n'irai-je pas me jeter étourdiment dans leurs jambes, me contentant de dire que j'ai vu plusieurs fois sur les bancs de Terre-Neuve, des *Ice-bergs* (glaces flottantes), avec des blocs erratiques enclâssés dans leurs flancs, ainsi que des *Ice-cakes* (gâteaux de glaces), emportant du sable, des graviers et de l'argile; que la glace des glaciers a certainement le pouvoir de polir et strier les roches les plus dures, que la glace des *Ice-bergs* a très probablement aussi ce pouvoir; et enfin que la

constante intersection des stries dans l'Amérique du Nord est une difficulté véritable lorsqu'on veut se servir de la motion de glaciers incommensurables comme cause explicative.

Le drift et le terrain erratique quaternaire sont extrêmement puissants dans les régions du Haut-Mississipi, où ils recouvrent presque entièrement toutes les autres roches, ne laissant celles-ci à découvert que dans le fond des ravins, là où des courants d'eau les balaient et les obligent à découvrir les formations sous-jacentes. Ils y contiennent, sur plusieurs points de la côte méridionale du lac Supérieur, des blocs de cuivre et d'argent natifs, pesant de 5 à 100 livres, et qui sont à une distance de 2, 3 et 10 lieues de toutes mines connues de ces métaux; ces blocs roulés, usés, arrondis, indiquent assez, par leur forme, quelle résistance ils ont dû présenter à leur déplacement, et quelle immense force de locomotion a dû être employée. La densité, pas plus que le volume, n'a été un obstacle pour l'agent remorqueur.

Dans les régions du Pacifique, c'est-à-dire en Californie et en Orégon, le terrain quaternaire occupe de vastes surfaces en même temps qu'il joue un rôle de premier ordre au point de vue industriel, puisqu'il y renferme des sables et des pépites d'or. Sur les bords du rio Colorado, en Californie, entre l'embouchure de Bill William fork et le village des Mohawees, j'ai rencontré sur un grand nombre de points, surtout là où la vallée s'élargit, d'immenses terrasses formées de cailloux roulés, de sables et de graviers, avec une argile blanchâtre interstratifiée, qui ont une épaisseur qui varie de 30 à 300 pieds, et qui appartiennent, sans aucun doute, à la formation quaternaire. J'ai retrouvé ces dépôts extrêmement développés dans la vallée de la rivière des Mohawees, entre le lac de la Soude (*Soda lake*) et le point où le chemin des Mormons quitte la rivière pour se diriger vers le rio Virgin.

Sur la côte du Pacifique, depuis San-Diego jusqu'à l'embouchure de la Columbia, on a une ligne d'ancienne plage soulevée, dont la hauteur au-dessus du niveau de la mer actuelle varie entre 30 et 60 pieds d'élévation, et qui contient, à cette hauteur, des lits de coquilles fossiles identiques avec les espèces vivant actuellement dans la mer. J'ai surtout observé ce phénomène dans les baies de San-Pedro et de Santa-Barbara.

Enfin, dans les vallées des rios Sacramento et San-Joachim, on a une espèce de limon boueux, ou *loam*, qui passe à mesure que l'on s'élève du côté de la sierra Nevada, à un véritable drift avec cailloux roulés, sables, graviers et argiles plastiques. Ce drift de la sierra Nevada recouvre d'une couche plus ou moins épaisse, toutes

les roches éruptives des pieds et contre-forts occidentaux de la sierra. Comme c'est dans ce dépôt que se trouvent le plus grand nombre des exploitations aurifères de la Californie, je vais en donner une coupe un peu détaillée. Sa plus grande puissance dans la région des mines du Nord est de 150 pieds ; généralement, il n'a que 40 à 100 pieds d'épaisseur. Voici la coupe que présente le drift quaternaire dans les *placers* qui se trouvent autour de Nevada-City, immédiatement en sortant de la ville à l'ouest ; la section va de haut en bas. Au sommet, une argile plastique, de couleur jaune blanchâtre, très tenace, et contenant quelquefois des nids de sables avec des cailloux roulés et de l'or en grains ; l'or ne se trouve jamais dans l'argile, qui a ici de 25 à 60 pieds d'épaisseur. Au-dessous se trouve le drift proprement dit, formé de sables et de cailloux roulés plus ou moins gros, suivant que le drift est placé sur le flanc des collines ou dans le fond des ravins ; il y a aussi un peu d'argile mêlée au sable, et beaucoup de fer, à l'état d'oxyde, qui donne une couleur jaune rougeâtre à tout le dépôt. C'est dans cette partie du quaternaire californien que se trouve l'or, soit en pépites, soit en grains ou en paillettes ; et le point le plus riche du drift est la partie la plus voisine de la roche éruptive qui se trouve au-dessous. Cela se conçoit par la grande densité de l'or, qui tend toujours à le faire descendre dans les parties inférieures du dépôt ; bien plus, la syénite amphibolique de Nevada se décomposant facilement, les deux ou trois premiers pieds de cette syénite présentent l'aspect et la faible consistance d'une roche molle pénétrée aussi par des grains d'or et des pépites.

X. TERRAIN MODERNE.

Les dépôts qui se forment actuellement, et dont on peut suivre les progrès quotidiens, puisqu'ils se passent sous nos yeux et nous obligent, pour ainsi dire, à être les témoins des moyens qu'ils emploient pour se constituer et s'accroître : ces dépôts, dis-je, sont nombreux et occupent une place importante dans la géologie de l'Amérique du Nord.

Si l'on considère d'abord les produits des causes qui tendent à modifier la surface de la terre-ferme, ou a premièrement l'altération et la dénudation des roches par les actions atmosphériques, puis la formation du sol végétal. Dans une contrée où les plantes semblent rivaliser pour leur accroissement et leur rapidité d'extension, le tapis-végétal joue le plus grand rôle dans la formation

du sol, et les débris provenant de restes d'animaux ou d'altération et de dénudation de roches comptent pour peu dans sa composition. Les régions où j'ai vu l'humus ou le sol atteindre la plus grande épaisseur sont les prairies de l'Illinois, les environs de Lexington, en Kentucky, les parties basses de l'Arkansas, de la Louisiane et du Texas, et enfin, les prairies de la Californie. A Monté, dans l'ancienne mission de San-Gabriel, près du Pueblo de los Angeles, j'ai vu une section du sol ayant 15 pieds de profondeur, et l'humus n'était pas entièrement traversé.

Les parties des États-Unis qui sont boisées, c'est-à-dire couvertes d'une végétation forestière avec ou sans défrichement, et qui composent : 1° Tout le pays entre les côtes de l'Atlantique et le bord des prairies de l'Ouest ; 2° les contre-forts des montagnes Rocheuses, des sierras Madre, de Mogoyon et de San-Francisco, sur un rayon très étroit, au pied même de ces chaînes de montagnes ; et enfin, 3° la partie surtout occidentale de la sierra Nevada, les Shasty mountains et le Cascade range de l'Oregon, ont un sol végétal dont l'épaisseur varie en moyenne entre 6 pouces et 2 pieds. Dans les prairies de l'Ouest et sur les hauts plateaux qui forment le centre du continent, là où les noyers, les chênes, les hêtres, les cyprès, les palmiers floridiens, les pins, les peupliers, les sapins, les bouleaux, les platanes et les immenses *Wellingtonia* californiens, ont fait place aux graminées, à l'herbe des bisons (*buffalograss*), aux arthémises, aux mezquites, aux *Fouquieria*, aux *Yucca*, et surtout à la grande famille des cactées, le sol végétal est souvent réduit à l'état le plus rudimentaire, et il ne dépasse jamais, au maximum, 6 pouces d'épaisseur ; on y rencontre souvent des *Fouquieria* ayant 7 ou 8 pieds de hauteur, et qui n'ont pas 1 pouce de terre végétale autour de leurs racines, des cactus géants (*Cereus giganteus*) qui ont 45 à 50 pieds d'élévation et 1 pied et demi de diamètre, et qui croissent sur un sol végétal problématique, tellement il est peu épais.

La plupart des coulées des anciens volcans éteints du Nouveau-Mexique, qui sont désignées par les habitants sous le nom de *mal país*, ainsi que les déserts de sable de la vallée du rio Grande et du désert californien, sont entièrement dépourvus de toute trace de sol végétal.

Des dunes de 60 à 100 pieds de hauteur ont été signalées sur plusieurs points des côtes de l'Atlantique, notamment au cap Cod, dans le Maryland et dans la Caroline du nord. J'en ai rencontré dans le centre même du continent d'autres dont la formation est tout à fait indépendante de celles que l'on trouve au bord de

la mer. Ainsi qu'on l'a pu voir, par ce que j'ai dit précédemment, les parties centrales de l'Amérique du Nord sont formées de roches quartzéuses, dont la décomposition donne lieu à des amas de sable qui, soulevés par les vents régnants, vont s'accumuler sur le flanc des ravins et s'élèvent même jusque sur le sommet de montagnes qui ont 6000 pieds de hauteur. J'ai rencontré des dunes de sable, ainsi formées le long de la rivière Canadienne, à côté d'Albuquerque et d'Alameda, dans la *Jornada del Muerto*, et surtout dans le désert californien, entre le rio Colorado et la sierra Nevada. Quelques-unes de ces dunes ont 100 pieds d'élévation, et, à chaque coup de vent, les sables se soulèvent, recouvrant tout le pays d'une épaisse couche de poussière, et aveuglant le pauvre voyageur, qui n'a d'autres ressources que de se blottir derrière ses mulets et de s'envelopper dans sa couverture.

Des météorites tombent assez fréquemment aux États-Unis, et viennent ajouter leur masse de fer aux autres roches en voie de formation actuelle; parmi les plus remarquables, on cite celui de la rivière Seneca, dans l'État de New-York, tombé en 1827; celui de Newberry, dans la Caroline du Sud; d'autres ont été trouvés dans la Caroline du Nord, la Géorgie et l'Alabama. Enfin, à Tucson, à l'Hacienda de Concepcion, et à San-Gregorio, dans la Sonora et la Chihuahua, le lieutenant Whipple, déjà cité précédemment pour ses explorations des frontières entre le Mexique et les États-Unis, a rencontré des météorites pesant plus de 3000 livres; l'une de ces masses était près de la forge d'un serrurier, qui s'en servait comme d'enclume.

Je ne connais pas de glaciers dans les limites de la carte que je publie. J'ai vu des neiges qui persistent pendant onze mois de l'année, et laissent même, dans des entonnoirs ou des ravins, des amas qui ne fondent jamais, sans cependant donner naissance à aucun glacier. Les sommets des Rocky mountains, près de Santa-Fé, qui ont 14,000 ou 15,000 pieds d'élévation, ainsi que les sommets de San-Francisco et la montagne de San-Bernardino, en Californie, présentent des exemples de ces taches et amas de neige éternelle sans glaciers; l'extrême sécheresse du climat de ces régions est, je crois, un obstacle à leur développement. En s'élevant plus au nord, dans les Rocky mountains, du côté du pic Laramie, aux trois Tétons, etc., il est possible que l'on trouve quelques petits glaciers. Je n'ai de renseignements certains sur la présence d'un glacier qu'au sommet du volcan en activité nommé mont Baker, dans le territoire de Washington; là, comme à

l'Étna, la glace et le feu se touchent. Je n'ai rencontré aucune trace d'anciens glaciers dans la partie des montagnes Rocheuses que j'ai explorée; je ne veux pas dire par là, bien entendu, qu'il n'y en existe pas; d'autres observateurs y en découvriront peut-être un jour.

Si je n'ai pas vu de glaciers en Amérique, j'y ai rencontré assez souvent en revanche des glaces flottantes et des gâteaux de glaces, soit sur les grands lacs, soit sur le banc de Terre-Neuve. Chaque hiver les grands lacs, le Saint-Laurent et les autres rivières gèlent, et au printemps, lors de la déhâcle des glaces, on voit un grand nombre de blocs, de graviers et de sables, qui sont charriés et changent ainsi de place annuellement. Les nombreuses expéditions arctiques envoyées depuis vingt années à la recherche du fameux passage du Nord-Ouest, ou à la recherche les unes des autres, ont fait connaître l'existence de nombreux glaciers, qui viennent de l'intérieur des terres (Groënland, North Devon, Cockburnland, North Somerset, Cornwallis, etc.) et se terminent dans la mer même. Lorsque ces glaciers se sont avancés un peu dans la mer, ils fondent à la partie inférieure, et alors il s'en détache d'énormes montagnes qui étaient en surplomb et qui forment ainsi ces gigantesques *Icebergs* de la mer de Baffin. Chaque hiver aussi tous ces détroits et canaux connus sous les noms de *Lancaster Sound*, *Barrow straits*, *Prince regent inlet*, *Wellington channel*, etc., gèlent; les glaces poussées par des courants s'y accumulent et y forment des montagnes, qui, jointes aux *Icebergs* des glaciers, livrent chaque année au grand courant d'eau froide N.-S., qui descend la mer de Baffin jusqu'à sa rencontre sur le Grand-Banc de Terre-Neuve avec le courant d'eau chaude du *Gulf-stream*, un nombre très considérable de remorqueurs qui emportent de cette manière sur le Grand-Banc des blocs erratiques, des graviers, des sables, de la boue, du limon, des animaux, des vaisseaux même.

Le capitaine Scoresby a compté dans une même localité assez restreinte, cinq cents *Icebergs* qui prenaient ainsi leur course vers le sud, et tous plus ou moins chargés de terre et de blocs. Toutes ces glaces ne dépassent pas le grand banc de Terre-Neuve, elles viennent s'y fondre au contact du *Gulf-stream*, s'engravant souvent sur le banc même, et y déposent tous les matériaux qu'elles ont amenés des régions polaires.

La formation du grand banc de Terre-Neuve est due entièrement à ce phénomène du point de rencontre de deux courants. Le choc a lieu avec une telle force, que les deux courants changent entièrement de direction, le *Gulf-stream* allant alors directe-

ment à l'E., tandis que le courant de Baffin va à l'O. côtoyer les rivages de la Nouvelle-Écosse et de la Nouvelle-Angleterre. Pour donner une idée des forces exercées pour produire ces déviations entre ces deux courants, il suffira de dire que le Gulf-stream est la plus grande masse d'eau en mouvement sur notre globe ; son volume est plus de trois mille fois plus grand que celui des eaux du Mississipi à son embouchure, et son courant est plus rapide que celui du Mississipi et de l'Amazonc, car il a en certains endroits une vitesse de 7 pieds 3 pouces par seconde. Il faut que le courant de la mer de Baffin ait une rapidité au moins égale, car on remarque sur un point du grand banc de Terre-Neuve une espèce de rade ou havre, formé par un *bar-shoal* ou bande dans le Gulf-stream, et où s'accumulent un grand nombre de glaces flottantes, qui viennent là, comme des trois-ponts gigantesques, jeter l'ancre pour se reposer de leur long voyage. Ce port d'une nouvelle espèce, creusé par de l'eau froide dans de l'eau chaude, montre assez la lutte violente que se livrent les deux courants avant de dévier de leur route primitive. Les sondages exécutés à Terre-Neuve indiquent que le plus grand contraste entre les profondeurs de l'Atlantique a lieu précisément au sud du grand banc. Dans aucun autre lieu de la pleine mer on n'a jamais rencontré une telle inégalité de sondage, en deux points si rapprochés. Venant du nord, le fond de la mer s'élève graduellement en talus ; quand tout à coup, après avoir traversé le grand banc, les profondeurs croissent par une descente, presque à pic, de plusieurs milliers de brasses ; ce qui montre assez que les débris et matériaux formant les bancs de Terre-Neuve viennent du nord.

Le lieutenant Manry, de la marine militaire des États-Unis, prouve, dans un livre extrêmement remarquable qu'il vient de publier sous le titre de : *The physical geography of the sea*, que les matériaux qui sont transportés par le Gulf-stream, et qui consistent surtout en une innombrable quantité de plantes marines et de bois flottés, ne se déposent pas sur les bancs de Terre-Neuve, mais vont tous se porter sur le côté droit du courant, c'est-à-dire vers l'est. Ce résultat tient, suivant ce savant, à deux causes : la première, c'est que l'axe ou le milieu du Gulf-stream est plus élevé de 2 pieds que les eaux contiguës de l'Atlantique, et qu'ainsi le Gulf-stream est *roof-shaped*, c'est-à-dire en forme de toit, avec un courant superficiel allant du milieu vers les deux bords ; la seconde, c'est la rotation diurnale, qui a pour résultat de porter tout corps flottant à la droite du courant dans lequel il se trouve. Ainsi, dit-il, il n'y a pas un seul exemple de planches, débris de nau-

frages, et de bois flottés, provenant des Antilles, qui se trouvent à droite du Gulf-stream, et qui aient encore été trouvés sur les côtes des États-Unis, c'est-à-dire sur le côté gauche de ce courant.

Les rivières et les lacs contribuent beaucoup à la formation des roches modernes en Amérique; seulement leurs produits présentent des différences tout à fait tranchées, suivant que ces rivières aboutissent à la mer, c'est-à-dire ont un écoulement ou drainage, ou bien suivant qu'elles se perdent dans l'intérieur des terres. Je m'occuperai d'abord de ces dernières. Dans ce qu'on appelle le *Great-Basin* ou désert californien, c'est-à-dire dans tout le pays compris entre la sierra Nevada proprement dite, le rio Colorado et le grand lac Salé, ou a souvent des rivières qui, après avoir coulé d'une manière continue ou bien interrompue, pendant des 10, 30 et 40 lieues de longueur, vont se perdre dans des lacs sans issues. Les eaux de ces lacs sont toutes salées ou au moins saumâtres, et les débris et matériaux de toutes sortes que les ruisseaux d'eau douce y apportent sont promptement imprégnés de matières salines. Le besoin de drainage ou d'écoulement est la seule raison de cette salure de l'eau, qui d'ailleurs est le moyen employé dans ce cas par la nature, pour équilibrer les évaporations et les précipitations. Au grand lac Salé, dont le pourtour a plus de 400 lieues, et qui est véritablement une petite mer intérieure, on n'a pas trouvé d'animaux marins vivant dans ces eaux, dont le degré de salure est de 20 pour 100, et le poids spécifique de 1170, celui de l'eau distillée étant 1000. Il est vrai que ces eaux du lac Salé sont peu profondes, et qu'une partie des bas-fonds se sèchent pendant l'été et se recouvrent d'une boue salée contenant souvent des efflorescences cristallines de chlorure de sodium, de sulfate de sodium et de chlorure de magnésie. A l'embouchure des ruisseaux et rivières qui se jettent dans ce lac, on rencontre plusieurs poissons d'eau douce, tels que Truites et Saumons, qui remontent la rivière Jourdain et vivent surtout en grand nombre dans le lac Utah. Ces Truites se sont très bien habituées à vivre dans l'eau saumâtre des embouchures des ruisseaux, mais jamais elles ne pénètrent dans l'intérieur du grand lac Salé. Cette absence de vie dans les eaux du grand lac Salé des Mormons, jointe aux incrustations salines de tous les rochers de la côte, et à la pauvreté de la flore réduite à quelques buissons d'artémises et à quelques touffes de graminées, donne à cette grande nappe d'eau un aspect de tristesse et de désolation qui rappelle la mer Morte. Comme en Syrie, la mer Morte d'Utah a son Jourdain; comme elle, son voisinage sert de contrée à une colonie religieuse; seulement il y a une grande

différence d'altitude. Tandis que la mer Morte d'Asie présente le curieux phénomène d'avoir sa surface à 1300 pieds au-dessous du niveau actuel de l'Océan, la mer Morte d'Amérique, au contraire, est à plus de 4000 pieds au-dessus du niveau de la mer.

La rivière des Mohawees, qui part du pied de la montagne de San-Bernardino se dirigeant vers l'E., va se perdre dans un lac salé (*Soda lake*) au lieu de se jeter dans le rio Colorado, ainsi qu'on l'a cru pendant longtemps. Ce lac salé (lac de la Soude), qui a plus de quatre lieues carrées de surface, est un lac sans eau, du moins apparente. De loin, on voit un grand bassin d'une blancheur éblouissante, et en approchant, on trouve des effervescences salines qui recouvrent une boue noire, véritable humus. En creusant ce sol, on a, à 6 pouces de profondeur, une eau très chargée de chlorure de soude et qu'il est tout à fait impossible de boire. L'eau de la rivière des Mohawees n'est nullement salée ni saumâtre sur aucun point de son parcours; ce n'est qu'à l'extrémité que la concentration et l'évaporation, par suite du manque d'écoulement, la changent en eau salée. Beaucoup de sources dans ces régions du désert californien disparaissent après un parcours de quelques pieds seulement, et alors elles sont toujours plus ou moins saumâtres et avec effervescences de soude sur leurs bords; si leur parcours est de quelques centaines de mètres, elles ne sont saumâtres que là où elles se perdent. Ces rivières et sources du désert forment des dépôts tout à fait spéciaux qu'on pourrait appeler *formations fluviales salées*.

Les lacs et les fleuves qui aboutissent à la mer déposent sur leurs bords, et surtout dans le fond de leurs lits, des matériaux meubles qui changent, il est vrai, souvent de places, mais dont quelques-uns finissent par se fixer dans quelques parties et par y constituer des formations d'eau douce. Les grands lacs des États-Unis ont des eaux très pures; ils ne reçoivent qu'un petit nombre de rivières à eaux très pures elles-mêmes, de sorte que les dépôts qui y ont lieu doivent être très peu puissants. Ces eaux ne sont d'ailleurs pas salées par suite de leur écoulement vers la mer; par conséquent, les formations qui y ont lieu aujourd'hui sont des terrains d'eau douce renfermant les débris des poissons et des mollusques d'eau douce et terrestres qui vivent dans ces régions. La plupart des matériaux qui se trouvent en suspension dans les eaux des lacs et des rivières sont d'ailleurs portés vers la mer, et c'est là que sous les noms de deltas, de barres ou de bancs de la côte, ils forment des dépôts qui occupent une place importante dans la classification des terrains modernes.

M. Élie de Beaumont, dans ses savantes leçons de *Géologie pratique*, nous apprend que les fleuves ne forment des deltas que dans les localités où la mer elle-même en avait préparé l'emplacement en faisant naître des lagunes par la formation préalable d'un *cordon littoral*. Je me suis demandé souvent à quelles causes tenaient cette formation d'un cordon littoral, et, après de nombreuses observations faites à l'embouchure de plusieurs grands fleuves dans les deux hémisphères, voici les résultats auxquels j'ai été conduit et que je ne fais qu'énoncer ici, me réservant de les développer ultérieurement dans un mémoire spécial. Pour qu'un cordon littoral puisse s'établir à l'embouchure d'un fleuve et serve ainsi d'ouvrage avancé de défense, à l'abri duquel il construit son delta, il faut d'abord que le fleuve se jette dans une mer sans ou presque sans marée ; puis aussi que les courants marins de la côte le rencontrent perpendiculairement, ou bien dans un sens presque opposé à sa direction. Si ces conditions là n'ont pas lieu, les matériaux apportés par le fleuve ne forment vers l'embouchure qu'une simple barre avec des bancs disséminés çà et là, et que l'on nomme *estuaires*. Il est reconnu aujourd'hui que les courants de la mer ne sont nullement créés par le déversement des grands fleuves. Tout ce que les fleuves peuvent faire se réduit à ceci ; dans le cas où un courant marin et le courant du fleuve se rencontrent en ayant la même direction, c'est-à-dire en suivant des lignes à peu près parallèles, ou au moins qui se coupent suivant de petits angles, et, dans ce cas seulement, il arrive qu'alors le courant marin peut être accéléré par cette addition de force. Cette accélération du reste, est momentanée, et n'étend son influence qu'à une courte distance. L'Amazonie et la Platte, dans l'Amérique du Sud, offrent des exemples de ce phénomène.

Dans les régions du globe où existent les plus fortes marées, il ne peut pas se former de cordons littoraux à l'embouchure des fleuves, et par suite il ne peut pas y avoir de deltas, et cela est vrai quelles que soient la force et la direction du courant marin. La marée enlève tous les matériaux apportés par le fleuve, et elle les distribue et les disperse loin de son embouchure.

Aux États-Unis, il n'y a que le Mississipi et le rio Colorado de Californie qui construisent des deltas ; les autres fleuves, tels que le Saint-Laurent, la rivière Saint-Jean, l'Hudson, le Delaware, la Susquehanna, le rio Sacramento, la Columbia, etc., en sont empêchés, soit par la marée, soit par les courants marins ; ils ne forment que des barres et des bancs côtiers ou estuaires. Comme ces barres et bancs sont tous sous l'eau à haute marée, je ne m'en

occuperai pas ici, négligeant aussi un grand nombre de petits deltas formés dans les lagunes qui se trouvent tout autour du golfe du Mexique. Je ne donnerai que quelques détails sur la formation du terrain moderne du delta du Mississipi, celui du rio Colorado de Californie étant encore trop peu étudié pour pouvoir en rien citer. Un coup d'œil jeté sur les cartes marines publiées par les bureaux hydrographiques (*coast survey*) américain et anglais, sous les directions du professeur Bache et du capitaine Bayfield, en apprendront plus sur ce sujet des bancs, *shoals*, barres, petits deltas, lagunes, etc., que toutes les descriptions possibles. Il est des phénomènes qui se décrivent mieux avec le burin qu'avec la plume.

On a trouvé, d'après des sondages, que les matières alluviales modernes, amassées dans le delta du Mississipi, ont plus de 600 pieds d'épaisseur; que la surface occupée par ce delta est de plus de 30 000 milles carrés, et que le minimum de temps employé pour le former doit être de cent mille années. Des recherches d'un autre genre, faites sur la croissance des bancs de coraux de la Floride, sont venues confirmer ce chiffre minimum de cent mille années pour la durée de la période moderne, ce qui est passablement en désaccord avec la chronologie génésique, ainsi qu'avec les opinions exprimées par Dolomieu. Les chiffres maximum de la Genèse et de Dolomieu ne dépassant pas 6000 à 10000 années; de sorte que le Mississipi et la Floride, en venant ajouter un zéro au chiffre que l'on avait admis jusqu'à présent, augmentent de beaucoup l'âge de la période moderne. D'ailleurs tous les chronomètres n'ont pas encore été consultés, et il est très probable que par des observations ultérieures faites avec tout le soin que les progrès quotidiens des sciences permettent d'espérer, on arrivera à reculer encore davantage l'ancienneté de l'époque géologique actuelle.

En creusant à la Nouvelle-Orléans et dans d'autres parties de la Louisiane pour exécuter des travaux d'arts, on a traversé dans l'alluvion jusqu'à dix forêts de cyprès distinctes, et superposées verticalement les unes au-dessus des autres. On a calculé, d'après ce que l'on voit aujourd'hui à l'embouchure des Bayous et à la Balize, que les forêts des environs de la Nouvelle-Orléans présentent trois époques différentes dans leurs flores. La première époque était caractérisée par l'existence de grandes herbes et de prairies ondoyantes, comme on les voit aujourd'hui dans les lagunes, les lacs et sur la côte du golfe. Cette époque a dû durer en minimum 1500 ans. La seconde époque a vu les bassins de

cyprés, et par les calculs des anneaux annuels d'accroissement, on a constaté que cette période a duré en minimum 11 400 années. Enfin la troisième époque présente une végétation composée exclusivement de *live-oaks*, chênes-vivaces, et qui a duré au moins 1500 années. Ces trois époques différentes de flore donnent un total de 14 400 années, qui représentent le temps qu'a exigé une de ces forêts ensevelies pour se former. Or il y a dix de ces forêts enterrées les unes par-dessus les autres; par conséquent, l'âge du delta est au moins de 158 400 ans.

Chaque année, au printemps, lors de la fonte des neiges du Nord, le *Père des eaux* déborde, sort de son lit, et emporte ses barrages. Bayous et fleuve, tout se confond; il ne reste d'émergé que quelques bandes étroites près des cours d'eau. Ces inondations annuelles laissent un dépôt de limon dans tout le pays, sans compter d'énormes radeaux et des troncs isolés en nombre incomparable qui viennent s'échouer dans cette partie basse du fleuve. Les eaux du Mississippi, à partir de sa jonction avec le Missouri, et surtout au-dessous des affluents de l'Ohio et de l'Arkansas, sont tellement surchargées de matières végétales, vaseuses et animales, qu'on le prendrait non pour un fleuve, mais pour un lac de boue. Tous ces radeaux et troncs isolés qui flottent sur le Mississippi se portent principalement sur la rive droite du fleuve, ce qui s'explique par l'effet de la rotation diurne de la terre; et les *snags* ou *chivots* sont, au contraire, plus nombreux sur le côté gauche. Une journée passée sur les rives du Meschacébé, surtout à l'époque des inondations, peut seule donner une idée de l'immense quantité de matériaux de toutes sortes qu'il charrie à la mer. En géologie, plus qu'en aucune autre science, la pratique en apprend davantage en quelques heures que des mois passés dans le cabinet à lire des descriptions et à consulter des cartes.

Les coraux agissent avec non moins d'activité que les fleuves pour former les roches modernes américaines, et c'est à ces actifs ouvriers constructeurs de l'Océan qu'est due la formation presque entière de la péninsule de la Floride. Toute cette partie du continent américain qui se projette comme un large promontoire plat et marécageux depuis la ville de Saint-Augustin jusqu'à Key-West et Dry-Tortugas, en face des montagnes de l'île de Cuba, n'est nullement une continuation des basses terres des États de Géorgie et d'Alabama, ainsi qu'on serait porté à le croire à une simple inspection de la carte. Les terrains tertiaire et quaternaire formant les parties sud de la Géorgie et de l'Alabama, pénètrent,

en effet, dans la partie tout à fait septentrionale de la Floride, entre Talahassee et l'embouchure de la rivière Saint-John, et il était assez logique d'en conclure, d'après la configuration du pays, que toute la péninsule floridienne devait appartenir aussi à ces terrains. Mais il n'en est pas ainsi, et grâce aux recherches très détaillées et approfondies du professeur Agassiz, ce naturaliste cosmopolite, dont le nom, rival de celui de Cuvier, appartient désormais également aux deux hémisphères, on sait à présent que toute la péninsule de la Floride est formée de roches appartenant à notre époque, et, de plus, que ces roches sont composées, en grande partie, de bancs de coraux et de coquilles marines, dont les espèces continuent à vivre et à se développer sur ces mêmes côtes et au milieu des récifs actuels.

Le calcaire friable, très coquillier, blanc, des environs de Saint-Augustin, et qui a servi à bâtir les remparts de cette vieille ville espagnole, appartient à ce terrain moderne de la Floride. Il se retrouve dans beaucoup d'autres localités, surtout sur les bords du lac George, le long des rives de la rivière Saint-John, et à Entreprise; mais il disparaît souvent le long de la côte, étant enseveli alors sous des couches de sables siliceux apportés par les eaux de l'Atlantique. La végétation tropicale et marécageuse de la Floride forme le treillage le plus épais et le plus impenétrable que l'on puisse imaginer, et, à moins d'être caïman ou Indien Séminole, il est de toute impossibilité de s'y frayer un passage; et, par conséquent, on ne peut y observer les roches que le long des rivières et sur les côtes.

Toutes les parties méridionales et occidentales de la Floride, depuis le cap Florida et Key-Biscayne jusqu'à Cedar-Keys, sont entourées par une quantité innombrable d'îles séparées par des canaux très étroits. Souvent ces îles sont unies entre elles à la marée basse; ou bien elles s'unissent à la Grande-Terre par des marécages plats, couverts de *Mangrove-islands* qui servent de traits d'union. Ces îles, connues dans le pays sous le nom de *Keys* (clefs), ainsi que les îles de Mangroves, forment des lignes concentriques autour de la terre ferme, dont elles ne s'éloignent pas, au maximum, de plus de 40 milles. Elles ne s'élèvent guère que de 6 à 12 pieds au-dessus du niveau de la mer, et sont formées, comme la terre ferme, de coraux morts et rejetés par la mer, et de sables coralligènes, le tout cimenté ensemble par des infiltrations de carbonate de chaux. Quelquefois ces roches coralliennes deviennent oolithiques, très compactes, et j'ai vu des échantillons qui, mis à côté de l'*Oolithe*

corallienne des monts Jura et de l'Angleterre, ne présentaient pas la plus légère différence de structure, de texture ou de couleur, et en les mêlant, il était impossible de les reconnaître.

Cette formation actuelle, et sous nos yeux de l'oolite corallienne, est un des faits les plus intéressants des phénomènes actuels, et montre une fois de plus que les mêmes circonstances physiques et mécaniques donnent lieu aux mêmes résultats. Les coraux qui bâtissent les récifs floridiens ont les plus grandes analogie avec ceux du terrain corallien des environs de Salins et de Porrentruy, et si les espèces ne sont pas les mêmes identiquement, au moins les genres sont-ils les mêmes, et, de plus, les mollusques gastéropodes et acéphales, les Échinodermes, les Serpules, présentent aussi des formes identiques avec celles des animaux des mêmes familles qui habitaient les régions coralligènes jurassiques; en un mot, on retrouve aux environs de Key-West et de Bahia-Honda, les mêmes faits biologiques, physiques et mécaniques que dans le groupe corallien du terrain jurassique de Suisse et de France; il n'y a de changé que les lieux, et surtout les temps.

Le récif de coraux vivants s'étend parallèlement à la ligne de Keys, en suivant les mêmes courbes, et seulement à une distance qui varie de 2 à 6 milles. Entre le récif et les Keys se trouve un canal assez profond pour être navigable, car il a de 6 à 7 brasses, et qui communique avec la pleine mer en un grand nombre de points, par des canaux qui coupent le récif de coraux vivants. Généralement les bancs de coraux formant le récif n'atteignent pas la surface de la mer, excepté sur quelques points où ils atteignent le niveau même de la basse marée, et souvent alors dans ces endroits (*Alligator reef*, *Tennessee reef*) des coraux morts et arrachés du récif, ainsi que des sables, s'accunulent sur les bords du banc, et commencent à former de petites Keys qui varient de formes et de positions, suivant la direction des orages, ou bien aussi du *Gulf stream*.

Les coraux vivants qui forment le récif général de la Floride appartiennent surtout aux genres *Meandrina*, *Astrea* et *Porites*; les espèces les plus communes, et qui occupent, par leur taille, le premier rang dans l'accroissement du récif, sont les *Meandrina labyrinthica* et les *Astrea mamillata*, de Lamarck. Le mode de construction et d'accroissement de ces coraux explique facilement les nombreuses accumulations coralligènes qui forment les Keys et les côtes de la terre-ferme floridienne; ces zoophytes, vivant en commun, comme le dit Agassiz, la mort commence d'abord à la base et au centre du groupe, tandis que la surface ou les extrémités con-

linement encore à s'accroître, de telle manière que ces coraux ressemblent à un arbre centenaire pourri au cœur, mais encore en apparence vert et solide jusqu'à ce que le premier violent ouragan renverse le tronc creux et montre son état de caducité. Une quantité considérable de Lithophages, de vers et d'éponges perforantes traversent et rongent les bancs de coraux vivants dans tous les sens, et luttent de concert avec les brisants d'une mer furieuse pour les détruire et les disperser par fragments.

En regardant un jour, depuis le pont d'un navire, les mille et mille îles, les côtes dentelées, les lignes de brisants du récif et les méandres labyrinthoïdes d'un magnifique corail que j'avais sous la main, je me suis demandé lequel de ces labyrinthes était le plus inextricable, sans pouvoir trouver de réponse. Archipel ou continent, récifs ou Keys, coraux ou Serpules, partout un immense labyrinthe, partout des formes sinuuses et méandriques se présentaient à mes regards égarés et fascinés par ces courbes sans fin et sans commencement.

Le professeur Agassiz a prouvé de la manière la plus péremptoire que toute la Floride s'est ajoutée au continent américain en croissant pied par pied dans une direction méridionale, et que le récif de coraux vivants actuellement, qui est appelé par les Floridiens « *the reef* » par excellence, a marché sans interruption depuis les environs de Saint-Augustin, jusqu'à quelques milles en avant de Key-West. Le *Gulf-stream*, qui s'échappe du bassin mexicain, coulait autrefois sur cette péninsule, balayant et recouvrant ces régions, aujourd'hui transformées en marécages, en *Keys*, en *everglades* et en *Alangrove-islands*. Comme de juste, s'il était alors beaucoup plus large, il était aussi moins profond; et le *Gulf-stream* des premiers temps de la période moderne avait alors un large canal aussi étendu que le golfe du Mexique lui-même, et libre de toutes ces obstructions de péninsule et d'îles qui, à présent, l'obligent à suivre une course si sinuëuse entre les différentes îles des Indes occidentales, à travers la mer des Caraïbes et autour de la Floride.

Ce mur de coraux vivants qui progresse continuellement vers le sud finira-t-il par toucher les falaises et les remparts du Moro, à la Havane? ou bien, changeant de direction, se repliera-t-il sur lui-même pour former un golfe dans le golfe même du Mexique? C'est ce qu'il n'est guère possible de prédire pour le moment. Ce qu'il y a de bien certain, c'est qu'à mesure qu'il s'avance vers les côtes de Cuba, il resserre davantage le courant du *Gulf-stream* qui, par suite, rendu plus impétueux et plus profond, devient aussi plus difficile à vaincre.

XI. ROCHES ÉRUPTIVES ET MÉTAMORPHIQUES.

MINES DE CUIVRE ET D'OR NATIFS.

Les roches éruptives et métamorphiques occupent une grande surface dans l'Amérique du Nord, et par suite jouent un rôle important dans la géologie de cette vaste contrée. Elles sont composées, comme en Europe, d'une grande variété d'espèces dont je n'entreprendrai pas la description ici, me contentant de les énoncer. Les principales roches ignées sont des granites, des syénites, des porphyres, des serpentines, des amphiboles et des traps. Par leur contact et par leurs intrusions dans les roches stratifiées, elles ont produit des roches métamorphiques dont les espèces les plus communes sont des gneiss, des micaschistes, des Hornblende-schistes, des schistes argileux verts ou gris, des quartzites, des schistes chlorités, des schistes talqueux et des calcaires cristallins. Toutes ces roches ont une composition minéralogique identique avec celle des mêmes espèces que l'on trouve en Europe; seulement on peut dire en général que l'amphibole est plus commune en Amérique; elle remplace très souvent le mica, et il y a une très grande quantité d'épidotes répandus dans les traps, et même dans les granites et les gneiss.

La position relative des diverses espèces de roches éruptives, métamorphiques et sédimentaires, est la même que celles qu'on leur a reconnues en Europe, c'est-à-dire que le centre des parties montagneuses est formé généralement par les roches éruptives, les flancs contiennent les roches métamorphiques, et enfin les contre-forts des montagnes, les hauts plateaux et les plaines sont composés exclusivement de roches sédimentaires. Par suite de cette disposition, on peut dire que les roches éruptives et métamorphiques dessinent et constituent les contours des bassins hydrographiques. Les granites, syénites, amphiboles et porphyres, ont fortement relevé et disloqué les assises des roches sédimentaires, tandis que les traps se sont, au contraire, intercalés entre les fissures et brisures des strates, en s'épanchant à leur surface comme le font aujourd'hui les laves des volcans, et ils n'ont causé que de très faibles relèvements des couches.

Je vais essayer de donner une idée de la distribution géographique des roches éruptives et métamorphiques dans l'Amérique du Nord, sans entrer dans des détails descriptifs qui me feraient sortir du cadre que je me suis tracé ici. Toute la partie centrale et orientale de Terre-Neuve, c'est-à-dire plus de la moitié de l'île, est formée entièrement par des roches cristallines. Les

petites îles françaises de Saint-Pierre et de Miquelon, sur la côte sud de Terre-Neuve, ne sont rien autre que trois ou quatre gros rochers de granite qui sont détachés de la Grande-Île par un petit canal étroit, faisant partie de la baie de la Fortune. Dans l'île du cap Breton, il y a trois massifs granitiques. Le premier et le plus considérable forme toute la portion nord-ouest de l'île, s'étendant depuis les caps Nord et Saint-Laurent jusqu'au delà du lac Margarie et aux sources de la rivière Inhabitants. Le second massif comprend toute la partie orientale de l'île entre le lac du Bras-d'Or, le village de Saint-Pierre et la baie de Miré, renfermant le cap Breton proprement dit, l'île de Scatari, et la belle rade aujourd'hui déserte et abandonnée de Louisbourg, cette ancienne métropole de la domination française dans ces parages. Enfin le troisième, et en même temps le moins considérable de tous, consiste en une ligne étroite de montagnes granitiques formant le côté droit du grand Bras-d'Or entre ce bras et le havre Sainte-Anne.

Les roches éruptives et métamorphiques occupent plus des deux tiers du territoire de la Nouvelle-Écosse. Formant toute la côte nova-scotienne du golfe de Canseau, elles suivent une ligne à peu près droite qui irait de Tracadie jusqu'au cap Sainte-Marie, dans le comté d'Anapolis, en occupant toute la partie de la province à l'est de cette ligne; de plus, elles forment quelques montagnes isolées et de peu d'étendue dans la partie nord-ouest. Ainsi on a une ligne de roches cristallines qui s'étend depuis le cap Saint-Georges, Malignant-Cove, jusque près d'Albion-Mines. Le mont Thom en est aussi composé, ainsi que les New-Annan ou Cobequid-Mountains, dans le comté de Cumberland.

Dans le district de Gaspé (Bas-Canada), dans la province du Nouveau-Brunswick et dans l'État du Maine, on rencontre des montagnes dont le centre est formé par des massifs de roches granitiques et métamorphiques. La Pointe-au-Maquereau, près du port Daniel, à l'entrée de la baie des Chaleurs, est formée par des quartzites, des ardoises et des schistes chlorités. Ce petit îlot de roches cristallines paraît dépendre de la grande chaîne des monts Notre-Dame. Ces montagnes, qui occupent le centre de la péninsule de Gaspé, ne sont nullement une dépendance des montagnes des États du Vermont et du New-Hampshire, ainsi que l'indique la carte géologique de M. Lyell, et les roches éruptives de ces États, qui se poursuivent effectivement dans le Bas-Canada et dans le Maine, s'arrêtent bien avant d'atteindre les monts Notre-Dame. Cette chaîne, qui a son extrémité occidentale tout près des sources

de la rivière Matane, s'étend jusqu'aux sources des rivières Durham et Saint-John. Les roches cristallines des monts Notre-Dame sont des syénites, des traps épidotiques, et des schistes ardoisiers verts et noirs; elles constituent le centre de ces montagnes sur une longueur de 80 milles et sur une largeur de 2 ou 3 milles.

Au sud de Bathurst, en remontant la rivière Nipisiquit, on trouve un massif granitique assez considérable qui occupe la partie nord du New-Brunswick. Un autre, qui forme une portion du sud et de l'ouest de la province, traverse la rivière Saint-Jean un peu au-dessus de Fredericton, et occupe toute la région en arrière de la ville de Saint-John. Dans la partie nord du Maine, là où un grand nombre de lacs s'échelonnent, près des sources des rivières Penobscot, Kennebec, Restock et Saint-John, on a deux groupes isolés de roches éruptives; l'un d'eux forme la moitié des côtes du célèbre lac Tête de Rennes (*Moose head lake*).

A partir des environs de Lubec et de la baie Cobscook, d'Augusta (Maine) et du comté de Kamouraska (Bas-Canada), on a une immense bande de roches éruptives et métamorphiques qui descend sans interruption vers le sud jusqu'aux environs de Montgomery (Alabama) et de Columbia (Géorgie), comprenant presque en entier les États du Maine, du New-Hampshire, de Vermont, Massachusetts, Rhode-Island et Connecticut, et composant une partie des États de New-York, New-Jersey, Pensylvanie, Maryland, Virginie, des Carolines, de Géorgie et d'Alabama. Cette bande, qui se rétrécit un peu dans les États de New-York, New-Jersey, Pensylvanie et Maryland, atteint son minimum de développement aux environs de West-Point; elle reprend une grande extension dans la Caroline du Nord et en Géorgie, car elle occupe la moitié de la superficie de chacun de ces États. Les roches cristallines de cette grande bande sont loin d'être toutes de la même époque; elles constituent des chaînes de montagnes très distinctes les unes des autres, qui se coupent et s'entrecroisent sous des angles divers. Ainsi les montagnes Blanches (*White mountains*), les montagnes Vertes (*Green mountains*), les montagnes du Berkshire, et enfin les premières chaînes orientales des Alleghanys désignées souvent sous le nom de *Blue-Ridge*, se trouvent comprises dans cette zone granitique.

J'ai dit précédemment qu'en général le centre des chaînes de montagnes était occupé par les roches éruptives. Les monts Alleghanys présentent une exception à cette règle, car au lieu d'occuper le centre, les roches éruptives et métamorphiques se trouvent toutes sur le flanc oriental de ce système de montagnes.

occupant les parties les moins élevées, et ayant une disposition très marquée à se placer en lignes parallèles ou qui se coupent sous de très petits angles.

Les roches cristallines du Vermont se joignent par Ticonderoga et le lac George, avec un massif granitique très ancien qui constitue toute la partie nord de l'État de New-York s'étendant entre le lac Champlain, le Saint-Laurent et la rivière Mohawk. Dans les régions avoisinant le fleuve Saint-Laurent, on trouve cinq ou six petits groupes isolés de roches éruptives qui forment le sommet de montagnes, telles que le mont Calvaire, dans le comté des Deux-Montagnes, la montagne qui domine la ville de Montréal, celles de Belœil, Rougemont, Montanville et Johnson, près des rivières de Richelieu et d'Yamaska dans le Bas-Canada.

Des côtes du Labrador jusqu'aux lacs des Bois et Winnipeg, on a une grande bande, dirigée presque de l'E. à l'O., de roches éruptives et métamorphiques qui constituent la ligne de séparation des eaux entre les bassins du Saint-Laurent et de la baie d'Hudson. La largeur de cette bande ne dépasse pas 200 milles, et souvent elle n'est que de 70 milles. Les monts Laurentins s'y trouvent compris, ainsi que toutes les montagnes qui forment les côtes nord des lacs Huron et Supérieur. Au sud du lac Supérieur, au coteau du Grand-Bois et au plateau du coteau des Prairies, il y a aussi un massif de roches granitiques et métamorphiques qui n'est qu'un appendice à cette grande bande, n'en étant séparé que par une langue de terrains du nouveau grès rouge qui ont pénétré au milieu de ces roches cristallines, entrant par le fond du lac Supérieur, et s'étendant sur toute la surface occupée encore aujourd'hui par ce lac jusqu'au saut Sainte-Marie. Les roches éruptives, signalées précédemment dans la partie nord de l'État de New-York, se joignent aussi à cette bande des monts Laurentins par une ligne de quartzites qui traverse le Saint-Laurent aux Mille-Isles (*Thousand-Islands*) et les atteint au lac Rideau.

À l'ouest du Mississipi et avant d'atteindre les Rocky mountains, on rencontre, dans les plaines et prairies des régions du Sud, cinq groupes isolés et assez distants les uns des autres, et qui sont formés de granites, de quartzites et de schistes talqueux. Ces massifs granitiques n'ont rien de commun avec les monts Ozarkes, et quoique trois d'entre eux soient placés dans les mêmes régions, ils croisent les lignes de brisements de ce système de montagnes, dont la direction est entièrement différente et qui appartient aussi à une autre époque de dislocations. Le plus septentrional de ces massifs se trouve dans la partie sud-ouest de l'État de Missouri, près

de Potosi et de Perryville, où une partie en est connue sous le nom de Montagne de Fer (*Iron-Mount*). Trois de ces groupes isolés sont situés sur une même ligne courant de l'E. à l'O. Le premier part des environs de Little-Rock, et s'étend jusqu'à *Hot-Spring* et *Sulphur-Spring*, dans l'État d'Arkansas; le second, qui est peu considérable, est situé dans le pays des Indiens Chickasaws, à l'est du fort Washita; enfin le troisième, qui est le plus important par son étendue et par sa hauteur au-dessus du niveau de la mer, quelques pics dépassant 3000 pieds, est connu sous le nom de *montagnes Wichita*. Ces dernières montagnes occupent le pays entre la fourche nord de la rivière Rouge et la rivière False-Washita, et servent de frontières aux Indiens Choctaws et Camanches. Comme elles se trouvent au milieu des prairies, elles forment ainsi un excellent point de repère, *landmark* en anglais, pour le voyageur qui traverse ces vastes solitudes. Le cinquième de ces massifs granitiques, et en même temps le plus méridional, a été signalé par M. Ferdinand Roemer qui l'a rencontré au Texas, entre les rios Llano et San-Saba, non loin de Frederickburg.

Les roches éruptives et métamorphiques reparaissent dans les montagnes Rocheuses et la sierra Madre; elles y forment les axes mêmes de ces montagnes, s'étendant en longues bandes étroites dont la largeur varie entre 3 et 12 milles. Les plus hauts sommets de ces montagnes, qui atteignent 12000 et 13000 pieds, sont composés d'un granite syénitique de couleur rose. Près d'El Paso, et au coude que le rio Grande del Norte fait à l'ouest de la *Jornada del Muerto*, dans le Nouveau-Mexique, les roches cristallines des montagnes Rocheuses sont rencontrées par celles qui constituent toutes les montagnes connues sous les noms de sierra de Mogoyon ou sierra Blanca, montagnes qui comprennent aussi les massifs voisins du fort Webster, et tout le pays au nord du rio Gila jusqu'aux sources du rio Colorado Chiquito et à la sierra de San-Francisco. Cette grande bande de roches éruptives de la sierra de Mogoyon vient se buter à son tour, près du rio Colorado de Californie, contre les énormes massifs de roches cristallines qui forment le sol de la sierra Nevada, et presque tout l'immense désert californien. On peut dire que toute la côte du Pacifique, depuis le cap Saint-Lucas à la pointe méridionale de la Basse-Californie jusqu'au cap Scott, à l'extrémité nord de l'île Vancouver, c'est-à-dire depuis le 23° degré jusqu'au 51° degré de latitude N., est formée de roches éruptives et métamorphiques, à l'exception de quelques lambeaux de terrains carbonifères, tertiaires et modernes, et cela sur une largeur qui varie de 100 à

300 milles, occupant les deux Californies en entier, la moitié du territoire de l'Utah, et une partie de ceux de l'Oregon et de Washington. Des montagnes granitiques occupent aussi tout le massif entre le fort Bridger, dans la vallée de la rivière Verte, et la rive orientale du grand lac Salé.

Il existe en Amérique une roche éruptive qui, par sa distribution géographique et par les minerais qu'elle renferme, mérite une mention spéciale; je veux parler des trapps cuprifères. Ces trapps ont surtout fait éruption dans la région du lac Supérieur; on les y rencontre de la pointe Keewenaw aux rivières Ontonagon et Montréal, à l'île Royale, au cap du Tonnerre, à l'île du Pâté, à Prince's location, aux îles Saint-Ignace et de Michipicoton. On les trouve aussi sur les deux côtés de la baie de Fundy où ils forment les falaises, surtout aux caps Split et Blomidon; dans la baie des Chaleurs; aux îles de la Madeleine, à l'île du Prince Édouard; puis ils forment les abruptes de trapp basaltique de la vallée du Connecticut, et derrière la ville de New-Haven, les Pallisades de l'Hudson, et ils paraissent sur plusieurs points des vallées occupées par les assises du nouveau grès rouge, dans les États de New-Jersey, Pennsylvanie, Maryland, Virginie et Caroline du Nord. M. Stansbury les a signalés dans les chaînes des montagnes du Vent, près de *Devil-Gate*, et je les ai reconnus à Copper-Mine ou fort Webster, dans le Nouveau-Mexique.

Leur apparition a eu lieu pendant la période des dépôts du nouveau grès rouge. S'introduisant dans les fissures et fentes que des commotions quelconques avaient fait naître dans les strates de ce terrain, ils ont fait éruption, relevant et métamorphisant les assises près des points de contact, et surtout s'étendant comme un courant de lave et formant une espèce de couronnement au-dessus des roches stratifiées du nouveau grès rouge. Ces trapps sont généralement composés de labradorite et d'augite, avec du fer magnétique, de la chlorite et de l'épidote; souvent aussi on y trouve des minéraux zéolitiques et des globules de cristaux de carbonate de chaux. Dans toutes les régions citées précédemment, où l'on rencontre ces trapps de l'époque du nouveau grès rouge, on y trouve des veines métallifères contenant divers minerais de cuivre et de zinc, et surtout du cuivre natif, mêlés avec un peu d'argent natif. La région du lac Supérieur est surtout remarquable par sa richesse en cuivre natif, et c'est même la seule contrée du globe où il ait encore été rencontré en quantité suffisante pour offrir une exploitation régulière et lucrative. On trouve souvent, il est vrai, le cuivre natif dans les veines de sulfures de cuivre, mais par

petites masses vers la surface des filons, et provenant évidemment de la décomposition des sulfures. La célèbre mine de cuivre natif de la Cliff, près d'Eagle river, à la pointe Keweenaw, coupe la chaîne de trapp perpendiculairement à sa direction; la veine, d'une direction très régulière, a une largeur moyenne d'un pied et demi; quelquefois elle atteint 5 et 6 pieds, ou bien elle est réduite à quelques pouces. Les salbandes et roches qui se trouvent dans le filon sont: surtout du quartz, souvent par cristaux très petits, du carbonate de chaux cristallisé, et des cristaux d'apophyllite et de prelmite. Le filon métallique de Cliff-Mine contient exclusivement du cuivre et de l'argent natifs. Ces métaux y sont à l'état amorphe; cependant on y trouve de nombreux petits cristaux de cuivre. On extrait de ce filon des masses de cuivre natif pesant près de 100 tonneaux, et l'on est obligé de les couper par morceaux dans la mine même pour pouvoir les extraire des puits et galeries. Rien de plus curieux qu'une visite dans cette mine, on dirait que les ouvriers y sont occupés à couper à coups de ciseaux d'anciens mortiers ou canons qu'on aurait cachés sous terre. L'argent natif s'y trouve souvent en quantité considérable, mais il est si intimement lié avec le cuivre, sans cependant être jamais mêlé et fondu avec lui, qu'on a abandonné l'idée de l'exploiter séparément. La compagnie qui possède cette mine réalise de très beaux dividendes, et elle est la première de toutes celles du lac Supérieur qui ait donné des profits à ses actionnaires. Ce que je viens de dire de Cliff-Mine peut s'appliquer avec de faibles variantes aux autres mines de cette région; je l'ai prise pour type, renvoyant pour la description des autres mines aux ouvrages spéciaux qui décrivent le district métallifère du lac Supérieur.

L'or est depuis quelques années un objet de commerce trop considérable aux États-Unis, pour ne pas donner ici quelques renseignements sur son gisement. Dans le chapitre sur le terrain quaternaire, j'ai déjà décrit sa distribution au milieu des roches meubles du *drift* californien; mais sa véritable position se trouve dans des filons de quartz, et la gangue primitive qui lui sert de matrice est, en général, une roche quartzreuse. Ces filons de quartz aurifères sont toujours dirigés suivant les lignes de dislocation, et ils sont plus nombreux et plus riches en or aux points de contact de deux roches de différentes natures. La largeur des filons est très variable, et leur richesse diminue à mesure que l'on s'enfonce dans le sein de la terre; c'est vers la surface que l'or se trouve en plus grande abondance. On n'a rencontré des filons de quartz aurifères qu'en 1825; la découverte en fut faite dans la

Caroline du nord par un mineur nommé Barringer. Peu après le nombre des veines aurifères était considérable, et l'on en compte aujourd'hui un grand nombre qui sont exploitées dans l'État de Géorgie, les deux Carolines et la Virginie; de plus, on en a trouvé dans le Maryland, dans le Vermont et dans le Bas-Canada. Dans les montagnes de Old-Placer et New-Placer, près de Santa-Fé, au Nouveau-Mexique, on exploite des filons de quartz qui contiennent aussi de l'or en quantité suffisante pour payer les frais des travaux. Mais c'est en Californie que les mines de quartz aurifère abondent, et malgré les difficultés d'exploitation inhérentes à de pareilles entreprises dans un pays aussi nouveau, on comptait, au printemps de 1854, plus de quarante compagnies qui étaient prospères et dont les opérations payaient un dividende.

Ayant visité au mois d'avril 1854 le district des mines du nord de la Californie, je vais donner ici le résumé de ce que j'y ai vu. Si, partant de San-Francisco, on remonte le rio Sacramento, puis la rivière de la Plume jusqu'à Marysville, on est constamment dans les alluvions modernes, à l'exception de quelques localités près de Hock-Farm (habitation du célèbre capitaine John Sutter, l'auteur de la découverte de l'or en Californie), où l'on aperçoit le *drift* ou terrain de l'époque quaternaire. En partant de Marysville, et coupant perpendiculairement la sierra Nevada de l'O. à l'E., voici la section que l'on obtient : D'abord on est sur l'alluvion moderne jusque près de Long-Bar; 2 milles avant d'arriver à Long-Bar, on rencontre des dykes de trapp courant du N. au S., et qui commencent d'abord à percer le sol çà et là, puis ensuite forment tout le pays sur une largeur de 10 milles. Ce trapp est une roche feldspathique verdâtre, contenant des lamelles de feldspath du sixième système et des lamelles de chaux carbonatée blanche et spathique disséminées dans la masse; de plus, il y a quelques grains de pyrite de fer : il est très dur, à cassure écailleuse et irrégulière, quelquefois il devient un peu serpentineux et ne contient pas d'or. Près d'arriver à la petite ville de Rough-and-ready, on commence à voir dans le trapp quelques veines d'un granite syénitique à feldspath orthose et à amphibole. Ces syénites et trapps vont en alternant depuis Rough-and-ready jusqu'à Grass-Valley, où le trapp finit par disparaître entièrement, faisant place alors au granite syénitique, qui s'étend vers l'est jusqu'à une distance qui n'a pas encore été déterminée.

Les veines de quartz ne commencent à se rencontrer que près de Grass-Valley, où on les trouve surtout aux points de contact des filons de trapp et de syénite, courant aussi du N. au S. dans la

direction générale de la chaîne. L'or se trouve disséminé, le plus souvent, en particules très fines dans le quartz, et on ne l'aperçoit que rarement à l'œil nu. Près de Nevada-City, se trouve une de ces veines de quartz qui a été, et est encore exploitée avec profit; j'en donnerai la description en quelques mots, et l'on peut la prendre comme exemple pour les autres mines qui, généralement, diffèrent peu entre elles. Cette veine, connue sous le nom de *mine de Canada-Hill*, à cause de sa découverte par des Français-Canadiens, court du N. au S. en plongeant à l'O. sous un angle de 30 degrés; elle a de 6 à 18 pouces d'épaisseur; la roche encaissante est le granite syénitique ordinaire de la sierra, qui est formé de cristaux de feldspath orthose et d'amphibole, l'orthose se décomposant facilement lorsqu'il est exposé aux actions atmosphériques et magnétiques combinées, et se transformant en véritable kaolin ou argile plastique.

Le quartz aurifère de Canada-Hill a la structure caverneuse, avec cellules tapissées de fer à l'état d'oxyde et d'hydroxyde, présentant souvent des paillettes d'or et des filaments arborescents de ce précieux métal visibles à l'œil nu. On y trouve très fréquemment de la pyrite de fer jaune verdâtre, qui est cristallisée en cubo-dodécaèdres, dont les faces sont striées. Par suite de cette structure cellulaire, la roche quartzreuse est moins dure que ne l'est ordinairement le quartz, sa cassure est écailleuse et très irrégulière, et sa couleur est d'un blanc laiteux, opaque, souvent jaunâtre par suite de la grande quantité de fer qui s'y trouve répandu. La surface extérieure de la veine est de couleur jaune et noire, et il n'y a point de stries ni de traces de frottement de la veine contre les parois de la masse de granite syénitique formant les murailles.

Cette description sommaire du quartz aurifère de Canada-Hill peut s'appliquer, avec de faibles variantes, aux autres mines de quartz de la Californie. On trouve rarement le quartz entièrement imprégné, et, pour ainsi dire, badigeonné de pépites d'or. L'un de ces plus beaux fragments badigeonnés d'or, et nommés par les mineurs *big lump of Gold*, a été extrait de la mine de Lafayette et Helvétie, à Grass-Valley; il pesait 150 livres, et contenait pour 6000 francs d'or. La veine de la mine Lafayette et Helvétie se trouve au point de contact de la syénite et du trapp *greenstone*, elle a 3 pieds d'épaisseur, et a atteint même, en un endroit, 5 pieds; elle est très productive et c'est la première veine qui ait été découverte et exploitée.

Les principales mines de quartz aurifère se trouvent dans les

comtés de Nevada, Sierra, Buttes, Eldorado, Calaveras et Mariposa ; leurs gisements sont partout, soit dans le granite syénitique, soit dans le trapp, et surtout aux points de contact de ces deux roches, où l'on observe aussi les veines les plus riches. Au printemps de 1854, il y avait en Californie quarante mines de quartz aurifère dont les opérations payaient un dividende plus ou moins fort.

L'époque à laquelle l'or a fait son apparition dans la sierra Nevada coïncide parfaitement avec ce que M. Murchison a observé dans les monts Ourals ; suivant toute probabilité, cette époque est la fin de la période tertiaire ou le commencement de la quaternaire. J'ai remarqué précédemment que l'homme existait déjà lors des dépôts quaternaires. Par conséquent, ce serait un fait bien curieux si l'apparition de l'or, c'est-à-dire du plus noble et du plus précieux des métaux sur la terre, s'était opérée en même temps que l'apparition de l'homme, c'est-à-dire du genre d'animaux contenant les êtres les plus intelligents et les plus développés de la création organique.

XII. VOLCANS.

On ne trouve de volcans éteints ou en activité, ni dans les États-Unis voisins de l'Atlantique, ni dans les provinces anglaises ; ce n'est qu'en pénétrant dans les territoires indiens et en parcourant les régions du Pacifique que l'on en rencontre. En traversant les grandes Prairies de l'Ouest, on rencontre de temps à autre, dans le terrain quaternaire et dans le terrain moderne, des fragments de la grosseur du poing de scories volcaniques et de *peperino* qui indiquent l'existence de volcans dans les Rocky mountains. Effectivement, on voit un ancien volcan éteint au pied oriental de ces montagnes près du fort Bent, où il est connu sous les noms de Raton mountain et de Spanish-peak. La route qui va du fort Bent au fort Union et à Santa-Fé traverse cet ancien volcan, dont les laves s'étendent dans les vallées des rivières du Purgatoire, du Cimarron et de la Canadienne, et recouvrent tout le pays entre le Haut-Arkansas et les sources de la Canadienne. Il est possible que Pike's-Peak, entre l'Arkansas et la rivière *la Fontaine qui bout*, soit aussi un ancien volcan ; je n'ai pu obtenir de renseignements précis à cet égard, et je ne le donne que comme une supposition.

Le premier volcan éteint que j'aie rencontré dans mon exploration des montagnes Rocheuses, se trouve entre Galisteo et Peña blanca, il porte le nom de Cerrito, et s'étend dans la vallée

du rio Grande del Norte, placé comme une espèce de trait d'union entre les sierras de Santa-Fé, de Yemas, de Sandia, et des Placers. Cet ancien volcan n'est pas très élevé, les différents cônes dont il est formé n'ayant pas plus de 800 à 1000 pieds au-dessus du plateau sur lequel il se trouve ; ses laves se sont étendues sur tout le pays entre le rio Galisteo, Cieneguilla, Naulo, et les pueblos de Cochiti et de San-Felipe ; les rauchos de Cerrito se trouvent dans le fond du cratère même. Le rio Grande et le rio Bajado ou de Cieneguilla ont creusé leurs lits actuels dans les laves du volcan ; et dans les sections mises au jour par ces coupures, on voit que les coulées de laves basaltiques ont recouvert le *drift*, et dans quelques endroits mêmes l'ont métamorphosé en brèche ou conglomérat volcaniques.

Entre le rio Grande et le rio Puerco, les grès qui représentent la craie blanche sont recouverts en partie par des coulées de basalte. Je n'ai pu m'assurer si ces coulées venaient du Cerrito ou bien du mont Taylor, autre volcan éteint beaucoup plus considérable que le premier, et qui se trouve plus à l'O., sur la route d'Albuquerque au fort Déliance. Le mont Taylor, qui est connu dans le pays sous les noms de sierra de Cibolleta ou de sierra de Matoya, atteint 10,000 pieds d'élévation au-dessus du niveau de la mer ; il est placé non loin de la sierra Madre, et présente un cône isolé très distinct, et qui s'aperçoit de très loin ; de nombreuses coulées de laves rayonnent de tous côtés autour de ce grand volcan éteint ; plusieurs de ces coulées ont 10 et 15 lieues de longueur. Dans la sierra Madre, là où la route du Pueblo de Zuni la traverse, on a aussi plusieurs cônes volcaniques, et l'on voit vers le sud, à peu près à 15 lieues, un grand cône volcanique avec deux ou trois cônes secondaires à côté. La route d'Albuquerque à Zuni traverse et suit plusieurs coulées de laves, dont l'aspect est identique avec celui des coulées de laves avec scories et pumices qui se forment sous nos yeux à l'Étna, à Ténériffe et à Loa ; elles sont placées dans le fond des vallées où elles serpentent, sur des longueurs de 20 à 25 lieues, et sont désignées par les Mexicains sous le nom de *mal país*. La coulée la plus occidentale vient se terminer à un demi-mille avant d'arriver au pueblo de Zuni.

Dès le haut plateau qui sépare Zuni du rio Colorado-Chiquito, on aperçoit directement à l'ouest les pics d'une immense montagne qui est à plus de 40 lieues de distance. Cette chaîne de montagnes connue des trappeurs sous le nom de sierra de San-Francisco, se trouve par le 35° degré de latitude et le 111°50' de longitude O.

de Greenwich ; elle occupe les contre-forts de la sierra de Mogoyon, et est composée d'une série de volcans éteints énormes qui s'étendent jusque vers le 113°30' de longitude. Un grand nombre de magnifiques cratères se trouvent dans cette région, je ne puis en donner les noms, car ils sont inconnus même géographiquement, à l'exception toutefois de deux d'entre eux désignés par le capitaine Sitgreave, dans son exploration du Colorado, sous les noms de monts de San-Francisco et de Bill-William. Cette région volcanique occupe l'espace compris entre les lignes de roches éruptives de la sierra de Mogoyon, et les hauts plateaux ou *mesas* formés de roches sédimentaires des terrains carbonifères et du nouveau grès rouge, anticipant tantôt sur les unes ou les autres de ces roches éruptives et sédimentaires, et paraissant placée sur une ligne de faille qui va de l'O. à l'E., et qui forme une bande dans laquelle se trouvent compris les volcans de la sierra Madre, du mont Taylor et des Cerrito. Sur la rive droite du rio Colorado-Chiquito, avant d'atteindre les cascades de cette rivière, on voit sur le sommet de la *mesa* une ligne de huit ou dix buttes basaltiques qui sont évidemment une dépendance du grand volcan de San-Francisco. Le grand cratère du mont San-Francisco est derrière la source de Leroux et le point culminant de ce qui reste du cône principal est à 12,500 pieds au-dessus du niveau de la mer, et à 4700 pieds au-dessus de Leroux-Spring. Tout ce pays est recouvert de roches volcaniques, telles que diorite, greenstone, basalte, trachyte, obsidienne et laves ; on rencontre souvent des cendres volcaniques ayant plusieurs pieds d'épaisseur ; et l'on voit enfin des coulées de laves qui s'étendent surtout vers le sud, suivant les vallées des affluents du rio San-Francisco et du Bill-William-Fork. L'étude de cette région d'anciens volcans serait du plus haut intérêt, malheureusement le pays est presque inaccessible par suite des distances, et de la présence d'Indiens très hostiles ; lorsque je l'ai traversée, au mois de janvier 1854, tout était recouvert de neige, et le thermomètre descendait chaque nuit à 20 ou 25 degrés centigrades au-dessous de zéro.

J'ai rencontré plusieurs petits cônes volcaniques, en non-activité, après avoir traversé le rio Colorado. On en pouvait compter cinq ou six situés au fond de la vallée qui communique avec *Sadu-Lake*, dans laquelle se perd et se termine la rivière des Mohavees. Enfin j'ai observé dans les environs de Marysville, en Californie, les Buttes qui sont aussi les restes d'un volcan éteint.

Le colonel Fremont a signalé d'anciens volcans éteints aux Trois-Tétons et aux Trois-Buttes, près du fort Hall, vers les

sources de la rivière *Serpent*, l'un des affluents de la rivière *Columbia*. Enfin M. Dana a fait connaître les volcans en activité qui se trouvent dans les montagnes du *Cascade-Range*, et dont les deux plus célèbres sont le mont *Sainte-Hélène* et le mont *Baker*. Plusieurs autres volcans éteints se trouvent près de la côte du *Pacifique*, entre l'embouchure de la *Columbia* et le cap *Mendocino*; les plus remarquables sont le *Shasty-Peak* et le mont *Swalalahos* ou *Saddle-Hill*.

En terminant, je ferai remarquer qu'il n'a pas été fait encore de description détaillée d'aucun des volcans éteints ou en activité qui se trouvent dans le territoire des *États-Unis*; leur éloignement des centres de population en est probablement la cause, et jusqu'à présent on n'a encore rien fait que les signaler, et souvent même d'une manière très vague.

APPENDICE.

A. NOTE RELATIVE A LA CARTE GÉOLOGIQUE QUI ACCOMPAGNE CE TRAVAIL.

La carte géologique (pl. XX) des *États-Unis* et des provinces anglaises de l'*Amérique du Nord*, est destinée à donner seulement des idées générales et d'ensemble sur la distribution des roches sédimentaires et éruptives américaines. L'échelle extrêmement réduite de cette carte ne m'a pas permis d'y placer beaucoup de détails même importants; tels, par exemple, que les distinctions établies entre les trois étages du *silurien* et les divisions du nouveau grès rouge. Il faudrait une échelle beaucoup plus grande pour pouvoir opérer ces distinctions et colorier avec des teintes différentes le *silurien inférieur*, le *silurien moyen* et le *silurien supérieur*, et aussi pour donner d'autres détails que j'aurais bien désiré pouvoir présenter avec ce travail. J'ai l'espérance que d'ici à quelques années je serai en état de publier une plus grande carte, dans laquelle je ferai entrer tous les détails que je ne puis placer ici.

Pour lire cette carte avec facilité, il est nécessaire de consulter une carte géographique du même pays, mais à plus grande échelle et où se trouvent les noms des comtés, des villes, des rivières, etc. J'ai dû réduire le nombre des noms inscrits sur ma carte, afin de ne pas trop la charger et de ne pas la rendre illisible ou incompréhensible dans les limites des couleurs.

Les renseignements que l'on possède sur la géologie des *Prairies*, des *Rocky mountains*, de la *Californie* et de l'*Oregon*, sont trop insuffisants pour permettre d'établir les contours exacts de chacun des terrains qui s'y trouvent: aussi ma carte ne présente-t-elle qu'un *à-peu-près* de la géologie de ces régions. Je ne suis certain des limites des formations que le long de la route que j'ai suivie aux environs du

35^e degré de latitude ; au nord et au sud de cette ligne, les limites des couleurs ne sont qu'*approximatives*. J'aurais pu m'abstenir de colorier toutes les parties en dehors de ma route, mais j'ai pensé être utile en indiquant, même grossièrement, la géologie de cette *terra incognita*. Pour cette indication grossière, je me suis appuyé d'abord sur les observations publiées ou même manuscrites des officiers de l'armée américaine qui y ont dirigé des expéditions, puis sur les renseignements que le célèbre guide et chasseur montagnard Antoine Leroux, dit Don Joachin, a bien voulu me communiquer pendant cinq mois de conversations journalières sur la topographie, l'orographie et les roches mêmes de ces contrées, et enfin je me suis servi de ma propre expérience, et des immenses horizons qui se découvraient à mes yeux depuis les sommets des Rocky mountains et de la sierra Madre.

Pendant que les feuilles précédentes passaient sous la presse, j'ai reçu les rapports géologiques du docteur Trask sur la Californie. Dans le dernier de ces rapports, publié en 1855 par le sénat californien, je trouve que le docteur Trask a reconnu le *carboniferous limestone*, ou terrain carbonifère inférieur, dans les parties orientales des comtés de Shasta et de Siskiyou, formant l'extrémité nord-est de l'État de Californie. Cette découverte modifie un peu cette partie de ma carte, et d'après le même auteur, il est très probable que l'on trouvera dans ces localités le terrain houiller proprement dit, et je pense qu'il y est en relation de continuité avec le bassin houiller que j'ai signalé à Kowes river, près de la rivière Umpqua.

Dans le numéro 44, novembre 1855, du *Quarterly Journal of the geological Society of London*, je lis dans un très beau mémoire de M. A.-K. Isbister, sur la géologie du territoire de la compagnie de la baie d'Hudson, que des traces du terrain jurassique (deux *Ammonites*, un *Belemnites* et un *Unio*) ont été signalées par le docteur C. Grewingk à la baie de Katmai, sur la côte sud du promontoire d'Alaska, dans l'Amérique russe. Ma découverte du terrain jurassique dans les Rocky mountains confirme celle du docteur Grewingk (voy. *Beitrag zur Kenntniss der orographischen und gognostischen Beschaffenheit der Nord-West Küste Amerika's*; von docteur C. Grewingk, Saint-Pétersbourg, 1850), et ajoute un poids décisif en faveur de l'existence de ce terrain dans le nouveau monde.

B. NOTE RELATIVE AU PROFIL GÉOLOGIQUE.

Le profil géologique (Pl. XX) joint à ce travail, n'est nullement théorique ; j'ai parcouru chaque pouce du terrain qui s'y trouve compris, et s'il ne représente pas mathématiquement tous les accidents du sol sur la ligne du fort Smith au Pueblo de los Angeles, cela tient à la petitesse de l'échelle. Les hauteurs sont exagérées par rapport aux distances, tout en restant cependant dans des proportions qui sont loin d'être ridicules. C'est après de nombreux essais que j'ai adopté les proportions de ce profil, et je dois dire qu'il me paraît offrir un aspect

qui se rapproche beaucoup de ce qui s'offre aux regards de l'observateur, lorsqu'il s'élève aux sommets des Rocky mountains, de la sierra de San-Francisco et de la sierra Nevada. Je sais qu'il y a une grande différence de cette apparence à un profil vrai, où les proportions des hauteurs et des distances sont les mêmes, et où l'on a tenu compte de la courbure de la terre. Mais il m'a semblé plus utile de donner une idée de ce qui frappe les yeux des voyageurs qui parcourent ces régions, que d'établir un profil de trigonométrie sphérique dans toute la rigueur de l'expression.

Les distances et les hauteurs pour construire cette section géologique ont été copiées sur le profil relevé par le lieutenant A.-W. Whipple, commandant l'expédition dont je faisais partie, et qui a exploré le pays de juin 1853 à avril 1854. De nombreuses observations barométriques et quelques observations trigonométriques ont servi pour déterminer les hauteurs; les distances étaient mesurées par des observations astronomiques quotidiennes, et aussi quelquefois au moyen de la chaîne et d'un odomètre.

C. LISTE DES LIVRES ET MÉMOIRES QUI ONT ÉTÉ CONSULTÉS POUR FAIRE CE TRAVAIL ET AUXQUELS JE RENVOIE COMME RÉFÉRENCES.

Un grand nombre d'excellents Mémoires sur la géologie de l'Amérique du Nord ont été publiés dans les journaux scientifiques suivants: *The american journal of science and arts*, de Sillimann; *Transactions of the literary and historical Society of Quebec*; *Reports of the Association of american geologists and naturalists*, de 1840 à 1844; *Proceedings of the american Association for the advancements of science*, de 1847 à 1854; *The mining magazine de New-York*, de 1853 à 1854; *The transactions of the american philosophical Society* de Philadelphie; *The transactions of the american Academy* de Boston; *The Smithsonian contributions to Knowledge* de Washington; *The quarterly journal of the geological Society of London*, de 1841 à 1855; et le *Bulletin de la Société géologique de France*, de 1830 à 1855. Je renvoie le lecteur à ces collections; ils trouveront dans leurs tables les titres des Mémoires et les noms de leurs auteurs. Je ne donne pas ces titres ici, parce qu'ils augmenteraient outre mesure cette liste déjà passablement longue, et que, d'un autre côté, beaucoup d'entre eux feraient double emploi.

ÉTATS-UNIS ET AMÉRIQUE ANGLAISE.

Observations on the geology of the United States of America, par William Maclure. Philadelphie, 1817.

Travels in north America in the years 1841-1842, with geological observations on the United States, Canada and Nova-Scotia, par Charles Lyell, 2 vol. New-York, 1845.

A second visit to the United States of North America, par Charles Lyell, 2 vol. New-York, 1849.

- A geological nomenclature for North America*, par Amos Eaton. Albany, 1828.
- Observations on the geology and organic remains of the secondary, tertiary and alluvial formations of the Atlantic coast of the United States of North America*, par Larduer Vanuxem et S.-G. Morton. Philadelphie, 1828.
- Synopsis of the organic remains of the cretaceous group of the United States*, par Samuel George Morton. Philadelphie, 1834.
- Description of some new species of organic remains of the cretaceous group of the United States*, par Samuel George Morton. Philadelphie, 1842.
- Contributions to geology*, par Isaac Lea. Philadelphie, 1833.
- On the fossil foot-marks in the red sandstone of Pottsville*, par Isaac Lea. Philadelphie, 1852.
- On a fossil saurian of the new red sandstone formation of Pennsylvania*, par Isaac Lea. Philadelphie, 1852.
- Monograph of the fossil squalidae of the United States*, par Robert W. Gibbes. Philadelphie, 1848 et 1849.
- Memoir on the extinct species of american Ox*, par Joseph Leidy. Washington, 1852.
- Geology of the United States exploring expedition ; during the years 1838-39-40-41-42*, par James D. Dana. New-York, 1850.
- Statistics of Coal*, par Richard Cowling Taylor. Philadelphie, 1848.
- Lake superior : its physical character, vegetation and animals*, par Louis Agassiz. Boston, 1850.
- Types of Mankind*, par Louis Agassiz, J.-C. Nott et George R. Gliddon. Philadelphie, 1854.
- Report of the superintendent of the Coast Survey for the years 1849-50-51-52-53-54*, par le professeur A. D. Bache. Washington.
- The metallic wealth of the United States, described and compared with that of other countries*, par J. D. Whitney. Philadelphie, 1854.
- Outline of the geology of the globe, and of the United States in particular*, par Edward Hitchcock. Boston, 1853.
- Histoire des progrès de la géologie*, par A. d'Archiac. Paris.
- Notice sur les systèmes de montagnes*, par L. Élie de Beaumont, 3 vol. Paris, 1852.
- Monographie des polyptères fossiles des terrains paléozoïques*, par Milne Edwards et Jules Haime. Paris, 1853.
- Note sur le parallélisme des roches des dépôts paléozoïques de l'Amérique septentrionale avec ceux de l'Europe*, par Ed. de Verneuil. Paris, 1847.
- Report on the trade and commerce of the British North-American colonies and upon the trade of the Great lakes and rivers*, par Israel D. Andrews. Washington, 1853.
- Report on the New-York Industrial exhibition*, par Charles Lyell. Londres, 1854.
- A memoir on the extinct sloth tribe of North-America*, par Joseph Leidy. Washington, 1855.

- The physical geography of the Sea*, par M. F. Maury. Londres, 1855.
A geological map of the United States and the British provinces of north America, par Jules Marcoz. Boston, 1853.

PROVINCES ANGLAISES ET TERRITOIRE DE LA BAIE D'HUDSON.

- Journey to the shores of the Polar sea, in 1825-27*, par le capitaine John Franklin. Londres, 1829.
Narrative of an attempt to reach the north pole, in the year 1827, par le capitaine Edward Parry. Londres, 1828.
Voyage of discovery for exploring Baffin's bay, par J. Ross. Londres, 1819.
Journal of a voyage to the Northern whale fishery, including researches and discoveries on the east coast of Greenland, par le docteur Scoresby. Edimbourg, 1823.
Narrative of the arctic Land expedition, par le capitaine Back. Paris, 1836.
Arctic searching expedition: a journal of a boat-voyage through Rapert's Land and the Arctic sea, in search of the discovery ships under command of sir John Franklin, par John Richardson, 2 vol. Londres, 1851.
Journal of a voyage in Baffin's bay and Barrow strait, in the years 1850-51, par le docteur Sutherland. Londres, 1852.
The last of the arctic voyages, par le capitaine Edward Belcher, 2 vol. Londres, 1855.
The United States Grinnell expedition in search of sir John Franklin, par E.-K. Kane. New-York, 1854.
Geological Survey of Canada, Rapports des progrès pour les années de 1842 à 1852, par W. E. Logan, Alex. Murray et T. S. Hunt. Montréal.
Esquisse géologique du Canada pour servir à l'intelligence de la carte géologique, et de la collection des minéraux économiques envoyés à l'Exposition universelle de Paris, par W. E. Logan et T. S. Hunt. Paris, 1855.
Newfoundland in 1842, par Richard Henry Bonnycastle, 2 volumes. Londres, 1842.
Excursions in and about Newfoundland during the years 1839 and 1840, par J. B. Jukes. Londres, 1842.
Reports on the coal fields of Carribou cove and River Inhabitants, Cape Breton, par J. W. Dawson. Pictou, 1848.
Remarks on the mineralogy and geology of Nova Scotia, par Charles T. Jackson et Francis Alger. Cambridge, 1832.
Report on the Albert Coal mine (New-Brunswick), par Charles T. Jackson. New-York, 1851.
Remarks on the geology and mineralogy of Nova Scotia, par Abraham Gesner. Halifax, 1836.
Geological Survey of the province of New-Brunswick, Rapport des

progrès pour les années 1839 à 1843, par Abraham Gesner. Saint-John.

New-Brunswick, par Abraham Gesner. Londres, 1847.

Report on the geology of Prince Edward island, par Abraham Gesner. Halifax, 1846.

Acadian geology: an account of the geological structure and mineral resources of Nova-Scotia, and portions of the neighbouring provinces of British America, par John William Dawson. Edimbourg, 1855.

ÉTATS DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE.

Geological Survey of the state of Maine, Rapport des progrès pour les années 1837 à 1840, par Charles T. Jackson. Augusta.

Final report of the geology and mineralogy of the state of New-Hampshire, par Charles T. Jackson. Concord, 1844.

Geography and geology of Vermont, par Zadock Thompson. Burlington, 1848.

Annual report on the geology of the state of Vermont, pour les années 1845 à 1848, par C. B. Adams. Burlington.

Final report on the geology of Massachusetts, par Edward Hitchcock. Amherst, 1841.

Report on the geological and agricultural Survey of the state of Rhode-Island, par Charles T. Jackson. Providence, 1840.

Report on the geology of the state of Connecticut, par James G. Percival. New-Haven, 1842.

A report on the geological Survey of Connecticut, par Charles U. Shepard. New-Haven, 1837.

ÉTATS DU MILIEU.

Geology of New-York, par Matter, Emmons, Vanuxem et Hall, en 4 vol. Albany, 1843.

Paleontology of New-York, par Hall, en 2 vol. Albany, 1847 et 1852.

A geological and agricultural Survey of the district adjoining the Erie canal, in the state of New-York, par Amos Eaton. Albany, 1854.

Description of the geology of the state of New-Jersey, par Henry D. Rogers. Philadelphie, 1840.

Geological Survey of the state of Pennsylvania, Rapport des progrès pour les années 1836 à 1842, par Henry D. Rogers. Harrisburg.

Memoir of the geological Survey of the state of Delaware, par James C. Booth. Dover, 1844.

Annual report of the geologist of Maryland, par J. T. Ducatel. Baltimore, 1840.

Geological Survey of the state of Virginia, Rapport des progrès pour les années 1836 à 1840, par Williams B. Rogers. Richmond.

ÉTATS DE L'OUEST.

- Geological Survey of the state of Ohio*, Rapport des progrès pour les années 1837 et 1838, par W. W. Mather. Columbus.
- Contributions to the geology of Kentucky*, par Lunsford P. Yandell et B. F. Shumard. Louisville, 1847.
- Geological Survey of the state of Tennessee*, Rapport des progrès pour les années 1836 à 1848, par G. Troost. Nashville.
- The silurian basin of Middle Tennessee, with notices of the strata surrounding it*, par James M. Safford. New-Haven, 1852.
- Geological Survey of the state of Indiana*, Rapport des progrès pour les années 1837 et 1848, par David Dale Owen. Indianapolis.
- Geological Survey of the state of Michigan*, Rapport des progrès pour les années 1837 à 1840, par Douglas Houghton. Détroit.
- Report on the geological Survey of the mineral Lands of the United States in the state of Michigan*, par Charles T. Jackson. Washington, 1850.
- Report on the geology and topography of a portion of the lake Superior Land district in the state of Michigan*, par J. W. Foster et J. D. Whitney, 2 vol. Washington, 1850 et 1851.
- Report of a geological exploration of part of Iowa, Wisconsin and Illinois*, par David Dale Owen. Washington, 1844.
- Report of a geological reconnaissance of the Chippewa Land district of Wisconsin, and of a part of Iowa and Minnesota*, par David Dale Owen. Washington, 1849.
- Report of a geological Survey of Wisconsin, Iowa and Minnesota, and incidentally of a portion of Nebraska territory*, par David Dale Owen, 2 vol. Philadelphie, 1852.
- Report of a geological reconnaissance made in 1835, from the seat of government, by the way of Green Bay and the Wisconsin territory, to the coteau des Prairies*, par G. W. Featherstonhaugh. Washington, 1836.
- Geological report of an examination made in 1834 of the elevated country between the Missouri and Red Rivers*, par G. W. Featherstonhaugh. Washington, 1835.
- A geological map of Wisconsin*, par J. A. Lapham. Milwaukee, 1855.

ÉTATS DU SUD.

- Report on the geology of South Carolina*, par M. Tuomey. Columbia, 1848.
- Fossils of South Carolina*, par M. Tuomey et F. S. Holmes. Charleston, 1855.
- Statistics of the state of Georgia*, par George White. Savannah, 1849.
- First biennial report of the geology of Alabama*, par M. Tuomey. Tuscalosa, 1850.

- A sketch of the geology of the state of Mississippi*, par O. M. Lieber. New-York, 1854.
- Report on the agriculture and geology of Mississippi, embracing a sketch of the social and natural history of the state*, par B. L. C. Wailes. Jackson, 1854.
- Texas*, par Dr. Ferdinand Roemer. Bonn, 1849.
- Die Kreidebildungen von Texas und ihre organischen Einschüsse*, par Dr. Ferdinand Roemer. Bonn, 1852.

TERRITOIRES, PAYS DES INDIENS, ROCKY MOUNTAINS ET CALIFORNIE.

- Account of an expedition from Pittsburgh to the Rocky mountains, performed in the years 1819 and 1820, under the command of major Stephen H. Long*, par Edwin James, en 2 vol. Philadelphie, 1823.
- Report intended to illustrate a Map of the hydrographical basin of the upper Mississippi River*, par I.-N. Nicollet. Washington, 1843.
- Report of the exploring expedition to the Rocky mountains in the year 1842, and to Oregon and North California in the years 1843-44*, par le capitaine J. C. Frémont. Washington, 1845.
- Geographical memoir upon upper California*, par le capitaine J. C. Frémont. Washington, 1848.
- Notes of a military reconnaissance from Fort Leavenworth in Missouri to San Diego in California; made in 1846-47, with the advanced Guard of the « Army of the West »*, par le major W.-H. Emory. Washington, 1848.
- Report of an examination of New-Mexico in the years 1846-47*, par le lieutenant J. W. Abert. Washington, 1848.
- Memoir of a tour to Northern Mexico, connected with colonel Doniphan's expedition, in 1846-47*, par A. Wislizenus. Washington, 1848.
- Reports of the secretary of war, with reconnaissance in New-Mexico, Texas, etc.*, par lieut. col. J.-E. Johnston, Capitaines French et Marcy, lieutenants J.-H. Simpson, Michler et Whiting. Washington, 1850.
- Report of lieut. col P. St.-George Cooke of his march from Santa-Fé, New-Mexico, to San Diego, upper California*. Washington, 1848.
- Journal of captain A. R. Johnston, first dragoons, from Santa-Fé to San-Diego*. Washington, 1848.
- Report and map of the route from Fort Smith (Arkansas) to Santa-Fé (New-Mexico)*, par le lieutenant J. H. Simpson. Washington, 1851.
- A report in the form of a journal, to the Quartermaster general, of the march of the regiment of mounted Riflemen to Oregon, from may 10 to october 5, 1849*, par le major O. Cross. Washington, 1850.
- Report of the secretary of war, communicating information in relation*

- to the geology and topography of California*, par Philip T. Tyson et le lieutenant R. S. Williamson. Washington, 1850.
- Exploration and Survey of the Valley of the Great salt lake of Utah*, par le capitaine Howard Stansbury. Philadelphie, 1852.
- The ancient fauna of Nebraska*, par Joseph Leidy. Washington, 1853.
- Report of an expedition down the Zuni and Colorado rivers*, par le capitaine L. Sitgreaves. Washington, 1853.
- Exploration of the Red river of Louisiana in the year 1852*, par le capitaine Randolph B. Marcy et le docteur George G. Shumard. Washington, 1853.
- Commerce of the Prairies*, par Josiah Gregg, en 2 vol. Philadelphie, 1844.
- Narrative of the Texan Santa-Fé expedition*, par G.-W. Kendall, en 2 vol. New-York, 1846.
- Adventures in Mexico and the Rocky mountains*, par George F. Ruxton. New-York, 1848.
- Personal narrative of explorations and incidents in Texas, New-Mexico, California, Sonora and Chihuahua*, during the years 1850-51-52 and 53, par John J. Bartlett, en 2 vol. New-York, 1854.
- Report on the geology of the coast Mountains, and part of the sierra Nevada*, par John B. Trask. Sacramento, 1854.
- Report on the geology of the coast Mountains and portions of the Middle and Northern mining districts*, par John B. Trask. Sacramento, 1855.
- Report of the Secretary of war on the several Pacific rail road explorations, comprising the Reports, of I. I. Stevens, E. G. Beckwith, A. W. Whipple, John Pope, John G. Parke, R. S. Williamson, G. Gibbs, W. P. Blake et Jules Marcou*. Washington, 1855.

M. Bayle fait la communication suivante :

Notice sur le système dentaire de l'Anthracotherium magnum, Cuvier, par M. Émile Bayle.

Le genre *Anthracotherium* a été établi pour la première fois par Cuvier au troisième volume (page 396) de la seconde édition de ses *Recherches sur les ossements fossiles*, dans une notice ayant pour titre :

« Addition à toute l'histoire des Pachydermes fossiles. Sur un
 » nouveau genre d'animaux fossiles de l'ordre des Pachydermes,
 » dont on a découvert deux espèces dans les lignites de la Ligurie
 » et une troisième dans le terrain d'eau douce des environs d'Agén.
 » et que je nommerai ANTHRACOTHERIUM. »

Les pièces, sur lesquelles le genre avait été fondé par Cuvier, provenaient du terrain tertiaire lacustre, avec lignites, de *Cadibona*, dans la Ligurie; elles lui avaient été communiquées, les unes en nature, les autres en moule, par MM. Caffin, Buckland, Borson et Bertrand Geslin. Ces pièces, qui font aujourd'hui partie des collections du Muséum d'histoire naturelle, consistent en :

1° Une portion de mâchoire inférieure contenant les deux dernières arrière-molaires, brisée au-devant de la seconde et un peu en arrière de la dernière. La branche, dont ce fragment faisait partie, était fort épaisse en proportion de sa hauteur, circonstance qui conduisit Cuvier à trouver une certaine analogie entre ce morceau et la mandibule des *Mastodontes*; mais ce caractère n'est qu'accidentel; l'os était fort aplati dans sa forme primitive; il a été imprégné par des pyrites, dont la décomposition a produit un boursoufflement, ainsi qu'il est facile de le constater, en examinant la pièce originale déposée sous les galeries du Muséum.

2° Un second fragment, offrant deux dents parfaitement semblables aux précédentes pour la forme et les dimensions, mais dont la partie osseuse, beaucoup plus plate que dans le morceau précédent, fait connaître l'épaisseur normale de la branche horizontale de la mandibule.

3° Un troisième fragment contenant la dernière arrière-molaire.

4° Une portion de mâchoire supérieure avec les deux dernières arrière-molaires, peu usées; la plus grande des deux, la dernière, mesurait d'avant en arrière 0,045, et transversalement à son bord antérieur 0,057; les dimensions correspondantes de la seconde sont 0,04 et 0,05.

5° Un autre fragment portant les trois arrière-molaires supérieures; ces diverses pièces démontraient à Cuvier la nécessité d'établir un genre nouveau de *Pachydermes*, dont les arrière-molaires inférieures n'étaient pas sans analogie avec celles de ses genres *Xiphodon* et *Dichobune*, et les supérieures offraient beaucoup de rapports avec celles des *Chœropotames*. Cuvier signalait, en outre, des variations dans la grandeur de la taille que pouvait atteindre son *Anthracotherium*, car dans un autre fragment de mâchoire supérieure, qui ne contenait qu'une dent, cette dent était plus grande que toutes les précédentes, sa dimension antéro-postérieure étant de 0,055 et la dimension transversale de 0,06.

Pour compléter la connaissance du système dentaire de l'*Anthracotherium*, il restait encore à déterminer le nombre et la forme

de ses prémolaires, à savoir s'il avait des canines, et à retrouver les incisives. Cuvier considéra comme représentant une portion antérieure de mâchoire inférieure un fragment contenant un dent et les alvéoles de deux racines, et il donna une figure de cette pièce dans la planche LXXX (fig. 7) du troisième volume de ses recherches; cette dent, que Cuvier fait connaître comme étant couchée en avant, tranchante par les côtés, se terminant en pointe, convexe à sa face externe, et marquée à l'interne de deux légers sillons parallèles à ses bords, fut prise par l'illustre naturaliste pour une incisive ou une canine; « elle ressemble bien, dit-il, un peu » aux incisives inférieures de certains *Phalangers*, ou à ces incisives inférieures un peu détachées des autres, que l'on nomme canines dans les chamcaux, du moins telles qu'elles sont d'après la deuxième dentition dans certains individus; mais elle ressemble aussi beaucoup à la canine inférieure du *Tapir*, en sorte que je suis tout disposé à la regarder comme une canine, à moins que des morceaux plus entiers ne viennent démentir ma conjecture. »

Des découvertes plus récentes sont venues démentir l'hypothèse de Cuvier, en faisant voir que cette pièce n'est qu'un os incisif supérieur, et que la dent si problématique est une véritable incisive de l'*Anthracotherium*.

Ainsi, à cette époque, Cuvier ne connaissait d'une manière certaine que les arrière-molaires supérieures et inférieures de son grand *Anthracotherium*; il ignorait quelles étaient ses prémolaires, ses canines et ses incisives, et cependant son génie ne l'avait pas trompé quand il avait cru devoir établir un genre nouveau de Pachydermes offrant, dans les seules parties alors connues, des rapports avec les *Xiphodon*, les *Dichobune*, et surtout avec les *Chæropotames*.

Depuis ce temps, de nouveaux débris, appartenant à ce curieux animal, ont été découverts à Cadibona et dans d'autres contrées, à Moissac, en Auvergne et à Digoïn, par exemple; plusieurs de ces morceaux précieux sont venus enrichir les collections du Muséum, et ont été décrits et figurés par de Blainville dans son *Ostéographie* (Monographie des *Anthracotherium*). Au nombre des pièces intéressantes que nous avons pu étudier à loisir, grâce à la communication obligeante qui nous en a été faite par M. le professeur Duvernoy, nous pouvons signaler :

- 1° Un modèle de plâtre d'une dernière arrière-molaire supérieure gauche, envoyé par M. Borson.
- 2° Un modèle de plâtre d'une portion de mâchoire inférieure

(côté droit) avec la dernière arrière-molaire, envoyé par M. Borson.

3° Une extrémité antérieure du museau, contenant la canine et les trois incisives dont la première est cassée au-dessous de la couronne, modèle de plâtre donné par M. Gastaldi.

4° Un modèle de plâtre d'une portion de mâchoire inférieure, portant les trois arrière-molaires du côté droit, donné par M. Bertrand Geslin. Ces quatre fragments provenant de Cadibona.

5° Les deux dernières arrière-molaires supérieures droites, moulées en plâtre sur un fragment découvert dans le département de Tarn-et-Garonne, et envoyé par M. Lalanne.

6° Dans la collection acquise de M. l'abbé Croizet, nous avons remarqué une troisième incisive avec la canine supérieure gauche provenant d'Auvergne, une dernière arrière-molaire inférieure gauche trouvée dans les environs de Riom, puis une portion de mâchoire inférieure droite, contenant la première, la deuxième et une portion de la troisième arrière-molaire, découverte dans le calcaire marneux de Cournon. Ces divers fragments ont servi à M. l'abbé Croizet de type pour établir son *Cyclognathus gigantes*.

7° Une incisive inférieure du côté droit, une dernière molaire inférieure gauche provenant d'Antoing, près Issoire, envoyées par M. Bravard sous le nom d'*Anthracotherium chevrolides*.

8° Une mâchoire inférieure tronquée dans ses branches montantes, mais présentant ses deux branches horizontales, montrant plusieurs incisives dont les trois du côté droit sont en place, une canine et six molaires en série continue, la première ayant été brisée. Cette pièce remarquable provient d'Auvergne; elle a été donnée par M. l'abbé Croizet.

9° Une autre mâchoire inférieure dépourvue de ses incisives et de ses canines, et portant les deuxième, troisième et quatrième prémolaires avec les trois arrière-molaires du côté gauche. Du côté droit, on ne trouve que la première, les troisième et quatrième prémolaires avec la première arrière-molaire, la plupart plus ou moins mutilées. Cette mâchoire a subi une compression latérale qui a fait dévier légèrement les deux côtés de leur position naturelle, et déplacé un peu les premières prémolaires; le museau laisse voir les alvéoles des canines et des incisives. Le modèle en plâtre de cette pièce, découverte dans la mollasse d'eau douce de Moissac (Tarn-et-Garonne), a été envoyé par M. Leymerie, professeur à la Faculté des sciences de Toulouse.

10° Une suite nombreuse de dents isolées, découvertes dans

les marnes lacustres de Digoïn et envoyées par M. de Saint-Léger, ingénieur en chef des mines.

C'est à l'aide des pièces décrites par Cuvier, des nouveaux matériaux réunis au Muséum depuis cette époque et dont nous venons de faire l'énumération, que de Blainville rédigea son travail sur le genre *Antracotherium*, dans le vingt et unième fascicule de son *Ostéographie* (p. 121); tous ces morceaux ne laissent aucun doute sur la composition du système dentaire de la mâchoire inférieure, mais n'avaient pas pu servir à faire connaître d'une manière certaine la série des dents de la mâchoire supérieure; cependant à l'aide des dents isolées trouvées à Digoïn, de Blainville chercha à rétablir la mâchoire supérieure, dont il publia, planche I de sa *Monographie*, un dessin que nous avons reproduit dans la fig. 5 de la planche (Pl. XXII) qui fait suite à cette notice, et en même temps il en donna la description en ces termes :

« Nous connaissons, dit-il, les incisives en elles-mêmes et par leurs alvéoles, d'après un os incisif entier. Elles sont très fortes, assez latérales, épaisses au collet, un peu en crochet à la couronne et décroissantes de la première à la troisième.

« Les canines ne nous sont connues que par leur alvéole qui indique qu'elles étaient assez fortes et rondes, du moins au collet.

« Après une barre peu considérable commence la série des molaires.

« La première, presque équidistante de la canine et de la seconde, est la plus petite de toutes, simple et formée d'une seule racine et d'un seul crochet, assez courbe à la couronne.

« La seconde, notablement plus forte et que nous avons des deux côtés, est triquètre au collet et triangulaire comprimée à la couronne.

« La troisième, assez semblable à la quatrième, sauf la grosseur un peu plus forte pour celle-ci, semble n'être qu'une moitié des trois dernières, n'étant en effet formée que d'une pointe triangulaire versante externe, et d'un talon interne large et arrondi.

« Les cinquième et sixième, notablement plus fortes, sont subcarées, composées de deux parties similaires, subégales, séparées par un vallou transverse, et chacune d'elles d'une grosse pointe au bord externe, très versante en dedans et d'un large talon arrondi, formant un croissant double par l'usure.

« Enfin, la septième est à peu près semblable aux dents précédentes, avec cette différence qu'elle est un peu plus forte, mais surtout plus oblique et plus longue, dans son bord externe,

« le postérieur étant notablement plus petit que l'antérieur. »

Tel était l'état de nos connaissances sur le système dentaire de l'*Anthracotherium magnum*, lorsque la découverte de nouveaux débris appartenant à ce pachyderme est venue, en nous faisant voir les molaires supérieures en connexion, nous démontrer que la série de ces dents est tout autre que celle décrite et figurée par de Blainville, et nous permettre dès lors de la rétablir d'une manière définitive.

Les pièces entièrement nouvelles, à l'aide desquelles nous avons rédigé ce travail ont été découvertes en exploitant une manière dans le terrain tertiaire lacustre de Brain près de Decize, département de la Nièvre, par M. Emile Boignes, qui avec la plus grande libéralité s'est empressé de nous les offrir, pour en enrichir les collections paléontologiques de l'École des mines. Ces pièces remarquables consistent en plusieurs incisives et canines, deux portions considérables de la mâchoire inférieure portant l'une six et l'autre cinq molaires, et le côté droit de la mâchoire supérieure offrant la série complète des molaires, encore implantées dans l'os maxillaire; tous ces morceaux provenaient de la tête d'un même individu.

La portion de mâchoire supérieure, représentée en grandeur naturelle par la figure (1) de la planche (Pl. XXII) qui accompagne cette notice, est brisée au-devant de la première prémolaire; on y voit une portion de l'alvéole de la canine, après laquelle commence immédiatement, sans barre apparente, la série des sept molaires.

La première (1 p., fig. 1), entourée à la base d'un collet d'émail, offre une couronne conique fortement comprimée latéralement, tranchante à ses bords antérieur et postérieur, un peu plus convexe du côté externe que du côté interne; elle est portée par deux racines assez divergentes. Cette dent est bien différente de la dent (F, G, fig. 5), à une seule racine, que de Blainville considère comme étant la première prémolaire, et qui n'est qu'une incisive supérieure d'un individu d'une taille moindre que celui auquel appartenaient les incisives représentées dans la même figure.

La seconde (2 p.) est malheureusement en partie brisée; on peut, cependant, d'après le fragment qui en reste, reconnaître qu'elle était comprimée comme la première, et qu'elle avait aussi deux racines.

La troisième (3 p.) diffère notablement des deux premières; sa couronne présente la forme d'une pyramide à base triangulaire, dont les deux grands côtés de la base sont, l'un au bord externe, l'autre à l'interne, tandis que le troisième, plus petit que les deux autres, occupe le bord postérieur. La face externe de la pyramide

est légèrement convexe ; deux arêtes tranchantes la séparent des deux autres faces, qui sont planes ou un peu concaves ; à la base de la couronne, on remarque un collet d'émail. Cette dent est portée par trois racines, deux aux angles externes, et la troisième à l'angle postérieur interne de la couronne.

On reconnaît facilement, dans cette troisième prémolaire, la dent (H, fig. 5), que de Blainville a prise pour la seconde ; on voit aussi que la barre, que ce naturaliste admet entre la canine et la première prémolaire, puis entre cette dernière et la seconde, manque entièrement dans notre animal, dans lequel la canine et toutes les molaires forment une série continue comme l'est celle des dents de l'*Anoplotherium*.

La quatrième (h p.) semble être formée d'une moitié des arrière-molaires ; sa couronne offre, en effet, l'assemblage de deux pyramides, l'une externe, l'autre interne plus arrondie et plus petite que la première ; cette dent, munie comme les autres d'un collet d'émail à la base de la couronne, est déjà notablement entamée dans la pyramide externe, et la pointe de l'interne présente un disque arrondi d'ivoire entouré d'une bande d'émail. Elle a trois racines, deux au bord externe, l'autre à l'interne.

Cette quatrième prémolaire offre une analogie frappante avec la dent qui occupe le même rang dans l'*Anoplotherium* et les *Ruminants*. On sait, en effet, que dans ces animaux la dernière prémolaire représente assez bien la moitié d'une arrière-molaire.

De Blainville a donné deux figures de cette molaire ; car il est facile de constater que la dent (M), qu'il regarde, comme la troisième prémolaire, et l'autre (N), qui est pour lui la quatrième, ne sont, en réalité, que deux quatrièmes prémolaires provenant d'animaux de tailles légèrement différentes.

Nous n'avons rien de nouveau à ajouter à l'excellente description que Cuvier a donnée des trois arrière-molaires ; ces dents, d'ailleurs, sont fort usées dans notre animal qui était déjà très vieux ; on voit, en effet, que la première arrière-molaire (1a, fig. 1) qui avait déjà fonctionné pendant un certain temps avec les molaires de lait, est usée jusqu'à la base de ses pyramides, et ne présente plus qu'un large disque d'ivoire entouré d'une ceinture d'émail ; que dans la seconde (2a.), les pyramides antérieures sont détruites jusqu'à leur base, et qu'il ne reste plus qu'un léger vallon, indiquant la séparation des deux pyramides postérieures, enfin, que toutes les pointes des pyramides de la dernière sont aussi fortement entamées.

Les dimensions de ces molaires indiquent un animal d'une taille

intermédiaire à celle des deux individus de Cadibona décrits par Cuvier; la dernière, qui est la plus grande, a d'avant en arrière 0,050, et transversalement à son bord antérieur 0,058; les dimensions correspondantes de l'avant-dernière sont 0,042 et 0,047.

Telle est la série des molaires supérieures dans l'*Anthracotherium magnum*; quant aux canines et aux incisives, nous en possédons quelques-unes isolées. La canine supérieure (fig. 2) est très forte; elle est à peu près ronde au collet, la couronne conique, plus convexe du côté externe que de l'interne, présente à ses bords antérieur et postérieur deux arêtes mousses qui partent du collet, et vont, en s'effaçant, atteindre le sommet de la dent; la racine est grosse, peu arquée, et deux fois environ aussi longue que la couronne; cette dent, usée à la pointe, l'est aussi à son bord antérieur jusqu'à la base de la couronne.

L'incisive, que nous représentons (fig. 3), est une des supérieures; sa couronne a la forme d'une palette oblique, convexe à sa face externe et presque plate à l'interne, qui est marquée de deux sillons parallèles à ses bords et se terminant en une pointe déjà fort émoussée par l'usure; la face interne porte elle-même la trace d'une usure très avancée; cette dent est probablement la seconde incisive du côté gauche, autant que nous pouvons en juger par sa racine, creusée en gouttière à sa face interne, tandis qu'elle est fortement arrondie du côté opposé, car nous retrouvons une forme analogue dans la seconde alvéole de l'os incisif (D, E) de Digoïn dessiné (fig. 5).

Nous représentons par la figure (4) la première incisive de la mâchoire inférieure. Cette dent est remarquablement comprimée latéralement; sa couronne, fortement usée à son extrémité antérieure, permet de voir cependant qu'elle avait la forme d'une palette symétrique; la rectitude et la longueur de la racine, comparées à celles de la couronne, indiquent aussi que cette dent était couchée en avant, comme le sont les incisives inférieures dans le Cochon, ce que la forme de l'extrémité antérieure des mandibules d'Auvergne et de Moissac démontre d'ailleurs suffisamment.

La portion de mâchoire supérieure que nous avons décrite permet encore d'observer un caractère qui n'est pas sans importance; on y remarque une portion du bord de l'échancrure du palais en regard de la dernière molaire. Cette échancrure s'avancé-elle jusque vis-à-vis du bord postérieur de l'avant-dernière molaire, ainsi que cela a lieu dans le *Chéropotame*, ou bien n'atteignait-elle pas cette limite, c'est ce qu'il est impossible de décider avec

la pièce que nous possédons, mais il est certain qu'elle était moins reculée en arrière que dans le *Cochon* ou le *Pécari*.

Les faits nouveaux que nous venons de faire connaître dans cette notice nous permettent donc de caractériser d'une manière certaine l'*Anthracotherium magnum* sous le rapport de son système dentaire. Ce système peut être représenté par la formule :

$$\frac{3}{3} + \frac{1}{1} + \frac{7}{7} \left(\text{dont } \frac{4}{4} + \frac{3}{3} \right);$$

c'est-à-dire qu'il comprend trois incisives latérales en haut, terminales et couchées en avant en bas ; des canines peu développées à couronne assez arquée.

En haut, quatre prémolaires dont les deux premières comprimées, biradiculées, la troisième triquètre, et la quatrième semblable à une moitié des arrière-molaires. En bas, les quatre prémolaires comprimées, comme le sont les deux premières d'en haut.

Trois arrière-molaires, celles d'en haut, composées de cinq pyramides dont trois au bord antérieur et deux au bord postérieur qui forment par leur réunion deux collines transverses ; les arrière-molaires d'en bas offrant deux collines transverses composées chacune de deux pyramides coniques ; la dernière de ces trois dents étant en outre pourvue d'une troisième colline qui constitue un talon très développé.

La mâchoire supérieure présente de plus le caractère remarquable d'être dépourvue de barre. Entre la troisième incisive et la canine, on remarque bien un léger intervalle destiné au passage de la canine inférieure ; mais, à partir de la canine, toutes les dents sont en contact les unes avec les autres, et constituent une série continue semblable à celle des dents de l'*Anoplotherium*. Cette absence de barre dans notre animal est très digne d'être remarquée quand on songe aux nombreuses affinités qui existent entre son système dentaire et celui du *Chéropotame*, et qu'on voit chez ce dernier Pachyderme la première prémolaire séparée de la seconde et de la canine par un intervalle aussi prononcé. Malgré cette circonstance, ces deux genres doivent être rapprochés l'un de l'autre dans la série des Pachydermes.

L'*Anthracotherium magnum*, dont le système dentaire est jusqu'à ce jour beaucoup mieux connu que le reste du squelette, paraît caractériser d'une manière assez précise le terrain tertiaire moyen, et principalement les assises moyennes. Les premiers débris ont été découverts dans les couches lignitifères de Cadiboua.

village situé au pied de l'Apennin, près de Savone (Piémont). Les os provenant de cette localité sont pénétrés d'une matière charbonneuse qui leur donne une teinte d'un noir foncé, et sont presque toujours aussi imprégnés de pyrites dont la décomposition au contact de l'air provoque la destruction.

Les couches d'eau douce des vallées de la Loire et de l'Allier, en Auvergne et dans le Bourbonnais, en ont aussi fourni de nombreux débris, notamment à Cournon et à Digoin. C'est aussi dans la vallée de la Loire qu'est située la marnière de Brain, près de Decize, dans laquelle M. Boïgues a découvert les pièces remarquables que nous avons citées dans cette notice. La même marnière a fourni en outre de nombreux ossements appartenant à deux espèces de *Rhinocéros*, une portion de mandibule et quelques dents isolées d'*Amphitragulus*, un grand nombre d'autres débris d'un crocodile, et quelques petits ossements d'oiseaux.

Le même animal a été aussi découvert dans la mollasse d'eau douce des collines de Moissac, sur les bords du Tarn, dans le département de Tarn-et-Garonne.

MM. de La Harpe et Gaudin en ont rencontré de nombreux débris dans les mines de lignite de Rochette sur Lausanne (canton de Vaud). Ces lignites sont intercalées dans le terrain de mollasse miocène, et s'étendent depuis le lac de Genève jusque dans le canton de Fribourg. Il est probable que ce gisement appartient à la même époque que celui de Cadibona.

Nous possédons à l'École des mines un moule en plâtre d'une dernière molaire supérieure d'*Anthracotherium* provenant des sables marins d'Eppelsheim, assises qui correspondent à l'étage des fahluns de la Touraine, c'est-à-dire à la partie supérieure des terrains tertiaires moyens. Mais la faune dont l'animal d'Eppelsheim fait partie n'est pas composée des mêmes espèces que l'on trouve avec l'*Anthracotherium magnum* à Cadibona, à Brain et en Auvergne. Cette dernière faune est plus ancienne que celle de l'assise des fahluns. La relation stratigraphique de toutes ces couches avec les trois grandes assises (sables de Fontainebleau, meulières supérieures et fahluns) qui constituent dans le bassin de Paris le terrain tertiaire moyen, n'est pas fixée d'une manière définitive. Je suis cependant porté à croire que les couches de Cadibona, de Brain, de Digoin, où l'on rencontre l'*Anthracotherium magnum*, sont plus modernes que l'assise des sables marins de Fontainebleau, et plus anciennes que celle des fahluns; elles se seraient alors déposées pendant que les marnes lacustres avec meulières se produisaient dans le bassin de Paris. Dans ce cas,

P. Anthracotherium magnum caractériserait l'assise moyenne du terrain tertiaire moyen. Quant à l'*Anthracotherium* d'Épelsheim, est-il bien de la même espèce que l'*A. magnum*? C'est ce que nous n'oserions pas décider avec la seule dent que renferme la collection de l'École des mines. Jusqu'à ce jour, l'assise des faluns de la Touraine et les couches d'eau douce de Sansan (dans le département du Gers) n'ont présenté aucun débris appartenant à cette espèce de Pachyderme.

Explication de la planche.

Figure 1. Portion de mâchoire supérieure du côté droit, de grandeur naturelle, provenant de Brain. Cette pièce, brisée au droit de la première prémolaire, présente toute la série des molaires, savoir :

(1. p.) Première prémolaire.

(A) La même dent vue par sa face interne, pour montrer le cône d'émail qui entoure la base de la couronne et ses deux racines divergentes.

(2. p.) Seconde prémolaire, dont la partie postérieure est fracturée

(3. p.) Troisième prémolaire.

(4. p.) Quatrième prémolaire.

(1. a.) Première arrière-molaire, fortement usée, et dont la partie antérieure manque.

(2. a.) Seconde arrière-molaire.

(3. a.) Troisième arrière-molaire.

Fig. 2. Canine supérieure du côté gauche, usée à la pointe, et usée avant jusqu'à la base de la couronne, et dont l'extrémité de la racine est brisée.

Fig. 3. Incisive supérieure de grandeur naturelle, vue par sa face interne; cette dent, probablement la seconde du côté gauche, est entamée à la pointe et au bord antérieur de la couronne; sa face interne présente aussi une large surface d'usure depuis le sommet de la dent jusqu'au commencement de la racine.

Fig. 4. Première incisive inférieure très usée, vue par le côté.

Fig. 5. Cette figure, copiée dans la planche I de l'*Ostéographie* (21^e fascicule), représente la série dentaire de l'*Anthracotherium magnum* telle qu'elle a été restituée par de Blainville d'après les dents isolées provenant de Digoïn : elle montre l'os incisif (DE) du côté gauche portant les alvéoles des trois incisives, une canine C; la dent (F, G) a une seule racine qui occupe la place de la première prémolaire au lieu qu'une incisive supérieure; la dent (H) est une troisième, et non la seconde prémolaire, et les deux dents (M, N), l'une regardée comme étant une troisième, et l'autre, comme la quatrième, ne sont, en réalité, que la quatrième prémolaire de deux individus différents. On peut, en outre, remarquer que les deux pénultièmes, ainsi que les deux dernières arrière-molaires n'ont pas appartenu à des animaux de la même taille. L'animal était de plus, dépourvu de la barre que de

Blainville a indiquées entre la conine et la seconde molaire, et au milieu de laquelle il a mis une incisive à la place de la première pré-molaire.

M. Deshayes présente la communication suivante :

Quelques observations au sujet de la famille des Rudistes de Lamarck, par M. Deshayes.

Par un mémoire plein d'intérêt, M. Bayle ayant appelé de nouveau l'attention des naturalistes sur la famille des Rudistes de Lamarck, et plus particulièrement sur le genre Hippurite, j'ai saisi cette occasion favorable pour faire une revue rétrospective de tous les faits incontestablement acquis aujourd'hui, sur une famille devenue depuis longtemps le sujet d'opinions diverses et souvent opposées de la part des observateurs.

Je suivrai l'ordre chronologique, il est le plus commode pour la discussion des faits et des opinions à mesure qu'ils surgissent. C'est aussi le moyen le mieux approprié de montrer comment les erreurs s'établissent dans une science imparfaite, et comment la vérité se dégage péniblement des lauges dont l'esprit de système cherche à l'envelopper.

Il n'est personne qui ne connaisse aujourd'hui l'auteur de la première découverte des corps singuliers pour lesquels Lamarck a créé la famille des Rudistes. Picot de La Pérouse les figura et les décrivit, dans un ouvrage publié en 1781, sous les noms d'Orthocératites et d'Ostracites. L'auteur, qui probablement ne connaissait pas les véritables Orthocères de Breyné, n'hésite cependant pas à donner le même nom à des corps tout différents, et dans lesquels il croit en retrouver tous les caractères. Il a en effet, sous les yeux, des coquilles coniques, peu régulières à la vérité, mais dans lesquelles il découvre des cloisons, une gouttière formée par des arêtes saillantes, une dernière cavité plus étendue que celle que laissent entre elles les cloisons, et entraîné par cet ensemble de caractères, il propose de ranger dans les Polythalamies ses nouveaux Orthocératites.

Oubliant le beau travail de Breyné et les véritables Orthocères, Brugnière, dans les tableaux de classification du premier volume des *Lers de l'Encyclopédie méthodique*, adopta les Orthocératites de Picot de La Pérouse et les plaça parmi les coquilles multiloculaires, à la suite des Nautiles. Les caractères qu'il assigne au genre ne laissent aucun doute à ce sujet. L'Orthocère, pour lui, est une

coquille conique, composée de cloisons transversales, et d'une suture sur un des côtés; l'ouverture fermée par un opercule. Les Ostracites de La Peirouse, dans lesquelles manquent les cloisons, font partie du genre *Acarde* de Bruguière, lequel, dans l'ordre de la classification, est le premier des coquilles bivalves irrégulières.

Nous avons voulu rappeler ces faits, parce que, dès l'origine, ils ont exercé une grande influence sur l'esprit des classificateurs. Nous voyons en effet Lamarck, ce savant et sage réformateur, reprendre le genre *Orthocère*, de Breyne, mais ranger à côté de lui le genre *Orthocératite*, de la Peirouse, tel que Bruguière l'a caractérisé. Ainsi, sous deux noms presque identiques, Lamarck, dans sa classification de 1799 (*Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris*), admet deux genres : les *Orthocères* et les *Orthocératites*.

Lamarck évite aussi la confusion de Bruguière au sujet des Ostracites; il les sépare nettement des *Acardes*, mais les en tient rapprochées au commencement des coquilles bivalves irrégulières.

Dans l'ouvrage qui suivit, *Système des animaux sans vertèbres*, 1801, Lamarck conserva la même classification pour les genres qui nous occupent, mais il en changea les noms; il substitua celui d'*Hippurite* aux *Orthocératites* de La Peirouse, et celui de *Radiolites* aux Ostracites. Ces changements furent adoptés par ceux des naturalistes qui traitèrent des mêmes sujets à cette époque, tels que Roissy, Bosc, etc. Nous ne citons pas Cuvier, parce que ce grand zoologiste, dans son *Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux*, ainsi que dans son *Anatomie comparée*, ne mentionne même pas les genres classés et nommés par Bruguière et Lamarck.

Ce dernier zoologiste, tout en améliorant les classifications générales dans la *Philosophie zoologique* et dans l'*Extrait du cours*, ne change rien aux rapports des genres qui nous occupent. Nous arrivons à l'époque où, en 1817 et 1818, nos deux grands zoologistes, Lamarck et Cuvier, publiaient, l'un, l'*Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, l'autre, le *Règne animal*, ouvrages qui, comme on se le rappelle, ont eu dans l'origine des succès bien différents, et qui, aujourd'hui, également estimés et admirés, peuvent être considérés comme les plus beaux monuments élevés à la science moderne dans la première moitié de ce siècle.

Jusqu'alors Lamarck avait laissé les *Radiolites* dans la famille des Ostracées, avec les *Calcéoles* et les *Cranies*. Dans son dernier ouvrage, réparant l'oubli où il avait laissé le travail de Laméthérie sur le genre *Sphérulite*, travail publié en 1805 dans le *Journal de Physique*, il institua la famille des *Rudistes*, composée

des genres Sphérulite, Radiolite, Calcéole, Birostrite, Discine et Cranie. Quant aux Hippurites, il ne modifie pas son opinion à leur égard; il les laisse parmi les Céphalopodes, dans la famille des Orthocérées, avec les Bélemnites, les Orthocères, les Nodosaires et les Conillites.

Cuvier, dans le *Règne animal*, pour satisfaire sans doute au principe de la priorité, rétablit dans les Ostracées, et comme sous-genre des Huîtres, les Acardes de Brugnière, après en avoir écarté les épiphyses vertébrales des Cétacés, qui prises pour des parties de mollusques acéphalés, avaient été considérées comme le type d'un genre voisin des Huîtres, des Cranies et des Ostracites de La Pérouse. Pour Cuvier, ces dernières seules constituent le groupe des Acardes. Les Hippurites sont rangées parmi les Céphalopodes; mais conditionnellement Cuvier manifeste à leur égard le premier doute. « La bouche, dit-il, est fermée par un » opercule, que quelques-uns regardent comme la dernière cloison. Si cela est, la coquille pourrait bien être intérieure et » appartenir encore à un animal de cette classe (Céphalopodes). » sinon rien ne prouverait que ce ne serait pas un bivalve. »

Répétée par Férussac, cette phrase dubitative de Cuvier était restée un appel stérile à l'attention des naturalistes, jusqu'au moment où ayant pu recueillir dans notre collection divers échantillons des Orthocératites de La Pérouse, recueillis sur les lieux mêmes de ses recherches, il nous a été possible de procéder à un examen plus attentif des caractères des Hippurites, et de les comparer aux véritables Céphalopodes.

Publiées, en 1825, dans le *Dictionnaire classique d'histoire naturelle*, et presque en même temps dans le tome V des *Annales des sciences naturelles*, nos observations eurent pour résultat une classification des Hippurites toute différente de celle qu'avaient admise nos principaux zoologistes. Je conclusais à les rapprocher des Sphérulites et à les comprendre dans la famille des Rudistes de Lamarck. De Blainville prétendit être arrivé en même temps que nous au même résultat. Cependant, le *Traité de Malacologie*, publié en 1825, est postérieur à la publication du cahier des *Annales* dans lequel se trouvent nos observations sur les Hippurites. Bien mieux, de Blainville oublia complètement le genre Hippurite dans l'article MOLLUSQUE du *Dictionnaire des sciences naturelles*, publié en 1824, article qui fait la base principale du *Traité de Malacologie*; mais, en plaçant les Hippurites à côté des Sphérulites, de Blainville conserve des doutes, ainsi que le témoigne un article additionnel placé à la fin de l'ouvrage. Ce doute vient de ce que l'auteur a observé les cloisons parfaitement libres dans la Jodamie de

M. DeFrance. Nous dirons que ce ne serait pas une raison de douter, puisque les Céphalopodes, pas plus que les Rudistes, n'ont les cloisons libres; et de Blainville, il faut le dire, a été abusé par une fausse apparence et par une observation incomplète. En effet, dans l'échantillon de M. DeFrance, ce ne sont pas des cloisons libres qu'on observe, mais bien des intervalles de cloisons remplis de la matière étrangère de la couche crayense, devenus libres après la dissolution complète des cloisons propres à la coquille. D'un autre côté, la Jodanie est une Sphérolite, et non une Hippurite. Par conséquent, de Blainville, par le fait, rapprochait une Sphérolite d'autres Sphérolites, et son opinion ne peut exercer une grande influence sur la nôtre; actuellement nous attachons une bien faible importance à cette erreur du savant auteur de la *Silulacologia*.

Un savant d'un grand mérite s'occupait depuis plusieurs années de la famille des Rudistes de Lamarck. Placé favorablement pour recueillir un grand nombre de matériaux, il fit paraître, en 1826, dans le *Bulletin de la Société Linnéenne de Bordeaux*, un travail considérable, dans lequel il discuta, avec une attention et une profondeur remarquables, tous les genres introduits par Lamarck dans la famille des Rudistes, et, après avoir exposé une série d'observations nouvelles d'un grand intérêt, il proposa une théorie pour expliquer les Rudistes et les rattacher d'une manière rationnelle au reste du règne animal.

D'abord, M. Des Moulins confirme le soupçon de M. DeFrance, que le genre Birostrite pourrait bien être un double emploi des Sphérolites. En effet, dans toute Sphérolite complète, on trouve un Birostre également complet; malgré les apparences, l'un dépend donc de l'autre et doit lui être réuni.

Le genre Radiolite ne supporte pas non plus un long examen. M. Des Moulins, en le comparant minutieusement aux Sphérolites, démontre l'identité de leurs caractères; de là découle nécessairement leur réunion définitive.

En plaçant la famille des Rudistes sur la limite des Lamelli-branches et des Brachiopodes, Lamarck, incertain sur la valeur de quelques caractères peu appréciés de son temps, confondit plusieurs genres de Brachiopodes avec les Rudistes. Ainsi, les Cranies, quoique vivant attachées, ont quatre impressions musculaires. Il en est de même des Discines, que, d'après les observations de M. Sowerby, on a dû réunir aux Orbicules. Quant aux Calcéoles, M. Des Moulins a cru devoir les conserver non loin des Rudistes, tandis que leur étude nous a fait penser qu'elles devaient suivre les Cranies et les Discines dans le groupe des Brachiopodes.

La famille des Rudistes, ainsi dégagée de tout ce qui lui est étranger, les genres révisés et rétablis, se réduit à un seul genre naturel, celui des Sphérolites, auquel nous avons proposé de joindre celui des Hipparites, ce que M. Des Moulins accepte avec empressement.

Lorsque l'on voit pour la première fois un Birostre complet dans la cavité de la coquille à laquelle il appartient, il est bien difficile de se rendre compte du pourquoi et du comment deux choses qui paraissent avoir si peu de rapports sont cependant l'une dans l'autre. On voit d'un côté un moule (le Birostre) avec des contours très singuliers, très accidentés, composé de parties semblables dans tous les individus de même espèce, variant de proportions dans des espèces différentes, mais constamment formé des mêmes parties, situées dans les mêmes rapports. D'un autre côté, la coquille fermée par une valve operculaire, mais offrant une surface intérieure lisse, divisée à l'intérieur par une ou plusieurs arêtes plus ou moins saillantes, ne portant aucune trace de charnière, de ligament, d'impressions musculaires, mais laissant entre le Birostre et la cavité actuelle un espace vide plus ou moins considérable, selon les espèces, et souvent selon la forme des individus. Un semblable problème n'était point facile à résoudre et l'on doit excuser avec beaucoup d'indulgence ceux des observateurs qui, en croyant découvrir la vérité, se sont égarés à côté d'elle. Dans la nature actuelle, on ne connaît aucun être vivant qui ait de l'analogie de près ou de loin avec les Rudistes. Tels que M. Des Moulins venait de les décrire, il fallait supposer un animal composé de deux substances, l'une molle, intérieure, d'une facile destruction; l'autre plus résistante, attachée à la coquille et offrant les divers contours sur lesquels le Birostre a pris sa forme. Le Birostre, une fois moulé et consolidé, la substance cartilagineuse a disparu à son tour, a laissé un vide, et de cette manière M. Des Moulins explique la présence du Birostre dans l'intérieur d'une coquille, qui ne paraît avoir aucun rapport naturel avec lui. Une fois cette explication donnée, M. Des Moulins cherche quelle place doit occuper dans la série des êtres un animal constitué comme il suppose que devait être celui des Rudistes. D'après l'ensemble des caractères, tant de la coquille que de l'animal supposé, M. Des Moulins pense que l'on doit créer un troisième embranchement dans la classe des Mollusques, et le faire descendre dans le voisinage des Cirripèdes et des Tuniciers.

Guidé par un fait qui paraissait étranger à la structure intérieure des Rudistes, nous sommes parvenu à reconstituer l'un des genres principaux et à en exposer aux yeux tous les caractères.

Un *Podopsis* de la craie des environs de Tours, qui nous fut envoyé par M. Dujardin, fut l'occasion d'une observation précieuse. Il nous donna, en effet, la preuve que certaines coquilles formées de deux substances laissaient, par suite d'un phénomène spécial et encore inexpliqué de la fossilisation, dissoudre la substance intérieure, tandis que l'extérieure résistait à la dissolution. La coquille conservait sa forme extérieure; mais à l'intérieur, la charnière, l'impression musculaire, tout était détruit, et n'offrait plus rien de comparable aux autres mollusques; ce qui nous démontra la réalité de ce phénomène, c'est l'existence, dans notre *Podopside*, d'un moule intérieur parfaitement net et tout à fait comparable à celui qu'aurait produit un Spondyle. Le moule intérieur, une fois dégagé de la matière étrangère qui l'enveloppait, n'avait presque plus de rapports avec la forme extérieure de la coquille; un grand espace restait vide, mais nous avons parfaitement compris qu'il aurait suffi de l'emploi d'une matière propre à se solidifier, pour reconstituer, à l'aide du moule, la surface intérieure de la coquille.

Cette idée, nous l'avons appliquée aux Rudistes, et particulièrement aux Sphérolites. Si le Birostre, avons-nous dit, est le moule intérieur d'une coquille dont la surface interne aurait été détruite comme celle du *Podopside*, il suffira d'appliquer sur ce Birostre une matière plastique quelconque qui prendra tous ses contours pour reproduire les formes et tous les caractères intérieurs de la coquille; car, par cet artifice, nous aurons remplacé tout ce que la fossilisation lui aura enlevé. Le succès a été aussi complet que nous devons l'espérer; de cette manière nous avons depuis longtemps reconstitué l'intérieur de la grande Sphérolite foliacée. Ces faits nouveaux, nous les avons publiés en 1829 dans le *Dictionnaire classique d'histoire naturelle*, et en 1830 et 1831 dans les divers articles touchant les Rudistes de l'*Encyclopédie méthodique*.

Par ce moyen bien simple et bien facile à expérimenter, nous avons prouvé d'une manière irrévocable l'existence dans les Sphérolites: 1° de deux impressions musculaires superficielles dans la valve inférieure et en forme d'apophyses saillantes dans la valve supérieure; 2° d'une charnière fortement articulée, composée de deux grandes dents pyramidales de la valve supérieure, reçues dans deux cavités correspondantes de la valve inférieure; 3° d'un ligament interne quelquefois très puissant. De ces faits il était très facile de tirer les conclusions suivantes:

Les Rudistes ne sont point des Monomyaires ostracés, ainsi que l'ont pensé Cuvier et de Blainville; ils ne sont point intermédiaires

entre les Lamellibranches et les Brachiopodes, comme l'ont cru Lamarck et d'autres naturalistes ; ils ne sont point des Polypiers, comme l'a prétendu M. de Buch, en 1840, dans le *Journal de Léonhard et Brunn* ; ils sont encore moins des étuis d'Annélides, ainsi que l'a soutenu M. Steenstrup, de Copenhague, devant l'Association britannique de 1850. Par leur constitution intérieure, ils rentrent dans la règle normale de tous les autres Mollusques de la même classe, et, tout en constituant un groupe bien nettement séparé, ils doivent venir se ranger, soit dans le voisinage des Camacées, soit dans celui des Éthériques.

Il y a, en effet, dans la longue série des Mollusques acéphalés dimyaires deux groupes bien distincts, terminés l'un et l'autre par des genres à coquilles adhérentes et irrégulières. Dans le premier, les animaux ont les lobes du manteau soudés sur le pourtour, et percés de trois ouvertures inégales : une antérieure, quelquefois très petite pour le passage du pied, les deux autres un peu prolongées ; en arrière sont les siphons. Dans le second groupe, les lobes du manteau restent complètement séparés sur toute la circonférence. Les Camacées terminent le premier groupe ; les Éthériques terminent le second. Auquel de ces deux groupes les Rudistes doivent-ils appartenir ? La réponse à cette question est difficile ; mais au fond elle est d'une moindre importance ; ce qui intéresse au plus haut degré, c'est de connaître enfin les véritables caractères des Rudistes, de voir cesser l'incertitude qui les entoure et de pouvoir les classer, dans la série des Mollusques, dans leurs rapports les plus naturels. Qu'on les place dans l'un ou l'autre des embranchements de la méthode que nous venons de désigner, ils seront incontestablement mieux que partout ailleurs.

Nous avons cru, après avoir fait le travail dont nous venons d'exposer les principales conséquences, que toutes les opinions se rangeraient à la nôtre, par cette raison qu'elle est d'une démonstration aussi facile qu'irrécusable ; il n'en a pas été tout à fait ainsi. Si, d'un côté, nous avons vu quelques naturalistes, et notamment M. Rolland du Roquan, dans son excellent *Mémoire sur les Rudistes des Corbières*, et M. Woodward, adopter pleinement nos opinions, d'un autre côté nous trouvons dans les ouvrages de Goldfuss une exagération des idées de Lamarck, car le savant allemand entraîne les Rudistes parmi les Brachiopodes, tandis que Lamarck les plaçait sur la limite des Lamellibranches et des Brachiopodes. Goldfuss, nous le supposons, n'avait pas eu connaissance de nos récentes observations, car nous trouvons dans ses propres figures la justification de notre opinion et les moyens de combattre la sienne. Quoique non fondée sur la nature des

faits, l'opinion de Goldfuss a rencontré des adhérents, ce qui nous met dans la nécessité de l'examiner avec une attention particulière.

Nous avons défini assez nettement le genre Sphérulite pour qu'il n'y ait plus d'hésitation à son sujet; mais ce genre n'est pas le seul. Se groupent autour de lui les Caprines, les Caprotines et les Biradiolites de M. d'Orbigny. Dans ces genres, avec des modifications de la charnière, persistent les caractères principaux des Sphérulites. Mais d'abord, pour le dire en passant, le genre Biradiolite n'est pas fondé sur des caractères suffisants, il devra rentrer dans les Sphérulites, où il pourra constituer un petit groupe d'espèces. Quant aux deux autres genres, à défaut d'autres matériaux que nous possédons, ou que nous avons examinés dans la collection de l'École des Mines, M. d'Orbigny lui-même nous offre, dans les planches de la *Paléontologie française*, le moyen de les juger. Le caractère dominant est la présence dans ces coquilles d'une charnière articulée avec un ligament intérieur et de deux impressions musculaires. Or, ces caractères se montrant dans les genres en question, cela nous suffit, quant à présent, pour admettre avec certitude les Caprines et les Caprotines dans la famille des Rudistes, telle que nous la considérons.

Nous avons encore à examiner le genre Hippurite, chez lequel l'organisation intérieure était beaucoup moins connue. Jusque dans ces derniers temps les Hippurites n'avaient été rencontrées que dans des couches durcies; leur structure intérieure n'avait pu être comparée à celle des autres genres. Nous savions cependant depuis vingt ans que dans ces coquilles les valves sont articulées par une puissante charnière; des sections faites par tranches horizontales dans plusieurs espèces nous avaient démontré ce fait de la manière la plus évidente; mais plusieurs caractères des plus importants nous étaient encore inconnus, lorsque Goldfuss, dans les dernières planches de son grand ouvrage, ajouta une certitude de plus en donnant une figure d'une valve inférieure vidée d'une Hippurite. Nous reconnûmes les longues fossettes de la charnière et deux impressions musculaires très rapprochées, et inégales sur le côté droit et inférieur de la coquille. Nous fîmes alors la supposition qu'un autre muscle devait se trouver au côté opposé, dans le fer à cheval formé par les deux arêtes intérieures. Quelques années après, M. d'Orbigny, dans la *Paléontologie française*, donna aussi la figure de deux autres espèces avec des caractères absolument identiques; seulement dans la figure de l'Hippurite *cornu-vaccinum*, les impressions musculaires sont moins nettes; elles sont confondues, et comme elles sont fort larges et l'arête

cardinale très longue, toute la charnière se trouve reportée vers le centre de la coquille; mais malgré ce déplacement elle est en tout semblable à celle de Goldfuss. Quoique la valve supérieure ne fût pas encore connue, cependant la charnière et les impressions musculaires étaient incontestablement constatées dans les Hippurites.

Pendant notre dernier séjour à Londres, nous avons eu l'occasion d'examiner la belle et riche collection de Rudistes rassemblée au Muséum britannique par les soins de M. Waterhouse et de M. Woodward. Dans cette collection il existe une valve inférieure d'Hippurite complète, cédée par M. Sæmann, et qui, par sa belle conservation, met à découvert tous les caractères du genre. M. Woodward se proposant, comme il vient en effet de le faire, de publier un travail sur ce sujet, nous nous sommes complètement abstenus de parler de nos récentes observations, voulant respecter le droit acquis par les personnes qui s'étaient donné la peine de réunir et de travailler ces précieux matériaux.

Le travail de M. Woodward est le plus complet qui ait été publié sur l'ensemble des Rudistes. Cependant il reste bien des parties qui auraient demandé une discussion plus approfondie, des caractères qui, au point de vue zoologique, auraient pu être plus largement exposés et discutés.

L'auteur confirme sur tous les points nos opinions publiées depuis 1825. Pour lui, comme pour nous, les Rudistes sont des Mollusques acéphalés dimyaires; il leur reconnaît une charnière semblable à celle que nous avons décrite, et il partage notre première opinion sur la place que ces êtres doivent occuper dans la méthode, dans le voisinage des Camacés. Ce n'est pas ici que nous devons examiner le travail de M. Woodward; nous devons nous montrer satisfaits d'y rencontrer la preuve évidente, irrécusable, que les Hippurites appartiennent bien au groupe des Rudistes tel que nous le concevons.

La communication des plus intéressantes et des plus importantes tout à la fois que nous a faite M. Bayle rend plus complète et plus parfaite encore la connaissance de la structure des Hippurites. Servi par l'heureux hasard de la découverte d'un gisement d'Hippurites dans une marne moins dure que dans d'autres localités, doué d'autant d'adresse que de patience pour préparer les admirables pièces qui ont été mises sous nos yeux, M. Bayle ne laisse plus rien à désirer au sujet des Hippurites. Avec le travail de M. Woodward, on pouvait encore concevoir des doutes sur quelques parties, et notamment sur le nombre et la position des muscles. Ce naturaliste suppose l'existence d'un muscle adducteur des

valves de chaque côté de la charnière, exactement comme dans les Sphérulites; ce second muscle se serait attaché dans la profondeur de l'une des cavités cardinales de la valve inférieure et au sommet de l'une des apophyses de la valve supérieure; mais les pièces préparées par M. Bayle ne laissent plus de doute à ce sujet; les deux impressions musculaires sont portées d'un même côté, par suite d'un renversement de l'animal, comparable à ce qui existe chez les Hippopes et les Tridacnes, ainsi que M. Bayle lui-même l'a parfaitement compris; tout l'appareil musculaire, se trouvant transporté sur le côté antérieur de l'animal, n'est plus en antagonisme direct avec le ligament, et nous comprenons très bien les motifs de l'hésitation de M. Woodward à ce sujet. L'absence d'un muscle du côté postérieur de la coquille laisse à deviner l'usage des deux arêtes saillantes dans l'intérieur du même côté, et celui des oscules de la valve supérieure qui leur correspondent. J'accueillerais volontiers l'idée de M. Bayle, qui suppose aux oscules la fonction de laisser pénétrer l'eau dans la cavité du manteau, et ils correspondraient aux siphons de l'animal; c'est une vue théorique qui peut paraître plausible, mais qui n'a rien de prouvé.

Actuellement que nous avons la preuve de l'unité du groupe des Rudistes, que toutes les parties en sont liées intimement sans qu'il soit possible d'en distraire une quelconque pour l'introduire dans d'autres rapports, et que le doute à cet égard n'est plus permis pour aucun des genres connus, le moment est venu de discuter, pour l'apprécier à sa juste valeur, l'opinion de Goldfuss et de quelques autres naturalistes qui rangent les Rudistes parmi les Brachiopodes.

Les Brachiopodes sont des animaux essentiellement réguliers, pairs et symétriques. Cette symétrie se conserve même jusque chez ceux de ces animaux qui ont la coquille adhérente par sa propre substance, comme les Cranies et les Thécidées.

Les Rudistes sont des corps essentiellement irréguliers, non symétriques, le plus souvent très inéquivalves; tantôt c'est la valve droite qui est la plus développée, comme dans les Hippurites, les Radiolites, les Caprines, etc.; tantôt c'est la valve opposée, comme dans le *Caprotina ammonia*, etc.

Dans les Brachiopodes, l'animal occupe dans la coquille une position toute différente de celle des Lamellibranches; l'une des valves est dorsale, l'autre est ventrale, et c'est par cette disposition si particulière que se maintient chez ces Mollusques la symétrie et la régularité des parties.

Dans les Rudistes, l'inégalité extrême des valves, leur irrégula-

rité, comparable à celle d'autres genres, la position de la charnière, tout chez eux indique que l'animal y a été placé comme chez tous les Lamellibranches, et dès lors, ils nous offriront une valve droite et une valve gauche, et non une valve inférieure et une supérieure.

Descendons actuellement dans les détails de la structure.

Nous comprenons qu'à l'époque où l'on ignorait la structure des Rudistes, lorsque l'on croyait avec Lamarck que les valves étaient simples, sans articulation, sans ligament, et se comportant l'une par rapport à l'autre comme un vase fermé de son couvercle, nous comprenons, je le répète, que l'on ait pensé au rapprochement des Sphérulites et des Crinies. Mais depuis que l'on connaît la charnière puissante des Rudistes, nous ne comprenons plus comment on peut soutenir l'ancienne opinion des naturalistes. Y a-t-il dans toute la série des Brachiopodes rien de comparable aux Rudistes ? Assurément non ; les ouvrages de tous les naturalistes sont là pour le prouver. Dans toutes les coquilles articulées de Brachiopodes, la charnière est formée de condyles qui se saisissent réciproquement et s'opposent à la séparation spontanée des valves ; chez les autres, la charnière est simple ou à peine articulée ; dans les Rudistes, au contraire, se montre la charnière la plus puissante qui existe dans toute la série des Mollusques.

Le test de presque tous les Brachiopodes est perforé ; il en est de même, dit-on, de celui des Rudistes ; c'est une illusion ; M. Carpenter l'a démontré d'une manière irrévocable. Il y a des Brachiopodes à test perforé, cela est incontestable ; mais les Rudistes ont seulement le test celluleux, ce qui est bien différent. Les perforations du test des Brachiopodes pénètrent du dedans en dehors ; les cellulosités des Rudistes ne sont jamais pénétrantes dans la cavité des valves.

Dans un grand nombre de cas, cette cellulosite des Rudistes peut tenir à une décomposition particulière du test, comparable à celle que nous observons chez d'autres coquilles, du terrain tertiaire par exemple ; ainsi des *Cardium*, naturellement lisses, des Pétoncules, qui le sont également, sont creusés, en-dessous de la surface, de canaux, d'une parfaite régularité, qui, dans le cas d'une décortication complète, feraient croire à une espèce parfaitement distincte. Cependant, ces canaux n'existent pas pendant la vie de l'animal ; son test est uniformément compacte, et le microscope ne découvre rien dans la structure qui annonce la possibilité d'une décomposition semblable à celle dont nous parlons et dont nous avons dans les mains des témoignages matériels. C'est de cette manière toute simple que nous expliquerions ces canaux creusés

dans l'épaisseur de certaines espèces de Rudistes ; d'ailleurs, il est de ces canaux qui se bifurquent de manière à ne pouvoir admettre des organes qui pénétreraient de la circonférence pour remonter vers le centre ; il faudrait, au contraire, pour être possible, que leur pénétration se fit par le centre pour s'étendre vers la circonférence.

L'un des auteurs qui partagent l'opinion de Goldfuss commet une grave erreur au sujet de cet appareil cilié des Brachiopodes et de celui qu'il imagine chez les Rudistes. Il dit que ces cils sont des organes de respiration ; il n'en est rien cependant ; c'est dans le manteau que se trouve l'organe respirateur, ainsi que l'ont prouvé tous les anatomistes depuis Cuvier. Les cils des Brachiopodes ont pour usage de produire des courants dans le liquide ambiant, et de porter vers la bouche de l'animal les particules dont il se nourrit. Maintenant, enfermez tout cet appareil ciliaire imaginé par l'auteur dans des tubes creusés dans l'épaisseur du test, je demande à quoi il peut servir à l'animal.

Le ligament n'existe pas à proprement parler chez les Brachiopodes, si ce n'est sous la forme d'un cordon tendineux et suspenseur de la coquille, et néanmoins les valves peuvent s'entr'ouvrir et se fermer à la volonté de l'animal. Il ne faut pas s'étonner de ce fait, puisque l'animal est pourvu de muscles en plus grand nombre que les Lamellibranches, à l'aide desquels il peut ouvrir et fermer ses valves sans avoir besoin d'un ligament. Aussi, dans tous les Brachiopodes sans exception, il y a plus de deux impressions musculaires ; c'est là l'un des caractères le plus constants de ces animaux.

L'assertion de l'auteur de la *Paléontologie française* n'a donc point de fondement lorsqu'il dit que les Cranie et les Thécidées n'ont que deux impressions musculaires semblables à celle des Sphérulites ; cela prouverait que ce naturaliste ne s'est jamais donné la peine de voir la figure de l'animal d'une Cranie, publiée depuis soixante ans dans le bel ouvrage de Poli. Au reste, les impressions musculaires des Cranie sont centrales comme celles des Lingules et des Térébratules ; celles des Rudistes, au contraire, sont latérales, même celles des Hippurites.

Dans les Rudistes, au contraire, la place du ligament est parfaitement indiquée en arrière de la charnière. Cet organe a même été quelquefois énorme, et son adhérence a été consolidée par des lames calcaires qui s'élèvent dans la cavité qu'il occupe. L'École des mines possède un échantillon où cette disposition est parfaitement reconnaissable ; aussi, chez les Rudistes, il n'y a jamais quatre muscles, mais deux seulement, comme chez tous les Lamellibranches dimyaires.

L'existence d'une charnière chez les Rudistes était trop évidente pour être niée d'une manière absolue. Elle y est, cela est vrai, on l'avoue, mais elle ne fonctionne pas comme charnière, voilà ce que l'on ajoute; elle ne peut fonctionner ainsi, attendu que les dents étant très longues et reçues dans des cavités proportionnelles, elles ne peuvent permettre, sans se briser, le basculement des valves, et, pour démontrer cette impossibilité, on suppose que les valves doivent jouer l'une sur l'autre, de manière à produire entre elles un bâillement énorme qui met la valve supérieure sous un angle de 45 degrés avec la valve inférieure. Une exagération aussi manifeste démontre, de la part de l'auteur, l'oubli des observations les plus simples et les plus faciles à répéter. Voyez tous les mollusques acéphalés vivants, et vous reconnaîtrez que l'entrebâillement des valves est très faible, et cependant suffisant pour satisfaire à tous les besoins de l'animal.

Dans toutes les charnières des Rudistes, on voit très bien, même par les moules, qu'il y a entre les dents et les cavités où elles sont reçues un intervalle suffisant pour l'écartement des valves, et, si parmi les Rudistes, il y a un petit nombre d'espèces dont la valve supérieure a le sommet central, chez le plus grand nombre le sommet devient de plus en plus marginal, finit par sortir du bord et par se contourner fortement en spirale, comme la Caprine en donne un exemple. Dans ces espèces à crochets marginaux, à ligament placé près du bord, la charnière elle-même étant submarginale, nous ne voyons pas pourquoi la valve supérieure ne pourrait pas basculer et s'ouvrir assez pour donner accès à l'eau dans la cavité du manteau. Comment, au reste, imaginer un animal qui aurait des muscles pour fermer la coquille, qui n'en aurait pas pour l'ouvrir, et qui cependant manquerait d'un ligament. Cet animal serait destiné à avoir constamment sa coquille fermée, à périr par conséquent dès sa naissance.

L'auteur de la *Paléontologie française* annonce avoir découvert, dans les Hippurites et autres genres, des caractères singuliers d'organisation zoologique qui sont plus importants que ceux que donnent les coquilles, et qui montrent une analogie incontestable de ces organes avec les Térébratules, les Crânes et surtout les Thécidées. Nous avouons ne pas comprendre où résident les caractères en question, mais pour nous il est de la dernière évidence que ni Goldfuss ni M. d'Orbigny, qui ont eu sous les yeux des Hippurites dégagées à l'intérieur, n'en ont reconnu ni apprécié les véritables caractères.

Il y a des Sphérulites chez lesquelles les lames d'accroissement

du test sont réellement énormes. Ces lames occupent tout le pourtour de la coquille, sans qu'elles soient interrompues par la charnière. Ce fait annonce d'abord un manteau très large, sécrétant des lames comparables, pour l'étendue proportionnelle, à celles de la valve inférieure de certains Spondyles ou aux lames découpées de quelques Cames. Sur ces lames des Rudistes rampent des impressions vasculaires, et dès lors on a considéré cette partie du manteau comme un organe respiratoire comparable à celui des Térébratules, mais cette comparaison n'est point soutenable, car chez les Térébratules les impressions vasculaires de l'organe branchial sont en dedans de la coquille, et celles-ci sont en dehors et ne se montrent guère que sur la valve inférieure. D'ailleurs, l'auteur dit que chez les Rudistes cet organe, qui produit les impressions vasculaires du manteau, est formé de cirres. Or les cirres des Brachiopodes ne peuvent sécréter; ce sont des filaments très fins, roides, subcornés, qui, sortant du bord de la coquille chez les Orbicules et les Lingules, par exemple, ne peuvent rien sécréter, et ne pourraient produire des lames calcaires épaisses et continues telles que doit les sécréter un organe également épais et continu.

Lorsque l'on voit à l'intérieur les coquilles des Rudistes, elles ont la circonférence intérieure des valves creusée d'une dépression assez large dans laquelle étaient reçus les lobes épais du manteau, et en arrière de la charnière et du ligament une ligne un peu saillante sur laquelle les lobes se touchent et se joignent; lorsque l'on a pu constater ce fait, on se rend compte alors pourquoi il n'y a point d'interruption dans les lames circulaires du test, et pourquoi ce phénomène se montre aussi bien dans les espèces dont la valve supérieure a le sommet central que dans celles où le sommet est plus ou moins rapproché du bord. Dans une précédente communication, lorsque nous avons présenté à la Société le bel individu du *Sphaerulites calceoloides* qui appartenait à M. Seemann, nous avons fait remarquer du côté de la charnière une disposition très propre à favoriser le basculement de la valve supérieure sur l'inférieure.

Nous croyons avoir répondu à toutes les objections faites à notre opinion sur la structure des Rudistes et la place qu'ils doivent occuper dans la méthode, et l'on ne trouvera pas sans doute étonnante une conclusion par laquelle nous rejetons comme non fondée la classification de Goldfuss et des naturalistes qui l'ont imité.

Séance du 4 juin 1855.

PRÉSIDENTICE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, 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.

STERRY-HUNT (T.), membre de la Commission géologique du Canada, à Montréal (Canada), présenté par MM. Delesse et Jules Haime ;

MONNEROT (Jules), inspecteur d'assurances, rue de Pontbieu, 8, à Paris, présenté par MM. Clément-Mullet et Raulin.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Axel Erdmann, *Fågledning*, etc. (Méthode pour l'étude des roches), in-8, 207 p. Stockholm, 1855, chez Isaac Marcus.

De la part de M. T. Sterry-Hunt :

1^o *Examination*, etc. (Examen de quelques roches feldspathiques) (extr. de *The philosophical magazine for may 1855*), in-8, 40 p.

2^o *Note*, etc. (Note sur la Wilsonite) (extr. de *The philosophical magazine for may 1855*), in-8, 2 p.

De la part de M. H. de Villeneuve, *Études sur le drainage en France, dans ses rapports avec la météorologie et la géologie* (extr. des *Annales des mines*, 5^e sér., t. VI. p. 293-342), Paris, 185 .

De la part de M. A. Viquesnel, *Itinéraires d'un voyage dans la Turquie d'Europe en 1847 et 1848*, Pl. 8, 12, 19 et 20.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences ; 1855, 1^{er} semestre, t. XL, nos 21 et 22.

Société impériale et centrale d'agriculture. — Bulletin des séances, 2^e sér., t. X, n^o 4.

Soc. géol, 2^e série tome XII.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. 1^{er}, 1853. — *Table des matières*.

L'Institut; 1855, nos 1116 et 1117.

Annales scient., litt. et industr. de l'Auvergne, t. XXVII, 1854.

Proceedings of the royal Society, vol. VII, nos 11-12.

The Athenæum; 1855, nos 1439 et 1440.

Novorum actorum Academiae Cæsareæ-Leopoldino-Carolinæ Naturæ Curiosorum, t. XIV, pars posterior, 1854.

Revista minera, 1855, n^o 120.

M. Viquesnel fait hommage à la Société de quatre nouvelles planches inédites de ses Itinéraires dans la Turquie d'Europe, portant les numéros 8, 12, 19 et 20.

Ces quatre planches, réunies à celles qu'il a offertes à la Société dans de précédentes séances, complètent l'Atlas géographique de sa publication, intitulée : *Voyage dans la Turquie d'Europe, ou Description physique et géologique de la Thrace*.

M. Visquesnel ajoute que plusieurs des planches et cartes, dont se compose l'Atlas géologique, sont en cours d'exécution. Aussitôt qu'elles seront terminées, il s'empressera d'en faire hommage à la Société.

M. Michelin annonce que M. Cailliaud, directeur du Musée d'histoire naturelle de Nantes, et membre de la Société géologique, vient de recevoir le prix de l'Académie des sciences d'Harlem, pour son travail général sur les animaux perforants.

On sait que M. Cailliaud regarde comme mécaniques les moyens de perforation que possèdent un grand nombre de mollusques. Il fonde principalement son opinion sur la découverte qu'il a faite de coquilles de *Pholades* dans le gneiss du Pouliguen, et sur les perforations qu'il a exécutées lui-même dans des pierres, par le seul moyen de coquilles dont il se servait comme de rape.

M. le Président lit la lettre suivante de M. de Tchihatcheff à M. le vicomte d'Archiac, communiquée par M. Élie de Beaumont :

Rome, le 15 mai 1855.

Au moment même de fermer ma lettre, je viens de recevoir la

visite d'un artiste qui arrive directement de Naples, où il a assisté à tous les phénomènes de l'éruption. Voici les détails qu'il me donne :

Ce fut à trois heures (le 1^{er} mai) que l'on vit s'ouvrir huit ouvertures arrondies sur le flanc du Vésuve, et aussitôt il s'en échappa des torrents de lave incandescente. Ce phénomène n'a été ni précédé ni accompagné d'aucun mouvement du sol, d'aucun bruit souterrain, d'aucune gerbe de feu, ni enfin de projection dans le sens vertical d'aucune substance. L'ouverture de huit bouches, ainsi que l'épanchement des torrents de lave, se firent d'une manière tellement inattendue et avec tant de calme que le plus grand nombre de curieux qui venaient tous les jours se réunir autour de la montagne, dont le cratère principal dégageait un peu de fumée, avaient quitté leurs postes sans se douter même qu'au-dessus d'eux la montagne était en pleine activité. Les torrents de lave ont coulé pendant près de huit jours, et quelques-uns atteignirent une largeur de 7 mètres au moins ; ils ont détruit plusieurs maisons. Pendant toutes ces catastrophes, la température était remarquablement basse pour Naples, et même ici depuis le 1^{er} mai, nous sommes pour ainsi dire en plein hiver comparativement à la température que l'on est habitué d'avoir en cette saison ; les pluies sont abondantes, et les coups de vent se succèdent fréquemment. Les Romains m'assurent qu'ils ne se souviennent point d'avoir vu un mois de mai semblable.

M. Élie de Beaumont lit l'extrait suivant d'une lettre de M. Charles S.-C. Deville :

*Extrait d'une lettre de M. Charles Sainte-Claire Deville,
à M. Élie de Beaumont.*

Naples, le 24 mai 1855.

... Les nouvelles bouches se sont ouvertes tout à côté de celles de 1850, mais au lieu de verser, comme ces dernières, la lave vers la pente S.-E. du Vésuve, c'est-à-dire du même côté que celles de 1834, elles l'ont au contraire épanchée à l'O., vers le ravin de *la Fetrona* qui termine brusquement ce revers de la Somma. D'après des renseignements qui s'accordent tous parfaitement, et que je dois principalement à M. Scacchi, la lave s'est précipitée dans ce ravin en se superposant à une ancienne coulée (celle de 1820, je pense), et s'y est accumulée sur une grande épaisseur, puis elle a atteint les talus latéraux du Vésuve, est pas-

sée entre les deux villages de *Massa-di-Somma* et de *San-Sebastiano* en détruisant quelques maisons, et s'est arrêtée avant de toucher la *Cercola* qu'elle menaçait. Un autre bras, qui s'est séparé du premier au-dessus de *San-Sebastiano*, s'est dirigé et se dirige encore sur *Sau-Giorgio*, et paraît avoir gravement endommagé l'aqueduc de *Portici*.

L'éruption, qui est aujourd'hui à son vingt et unième jour, est loin d'avoir cessé. Toute la nuit dernière, à une grande distance de Naples, j'ai pu distinguer du paquebot la longue traînée de feu que la lave décrit à partir de la *Vetrana*, sur les talus latéraux et les *Piane*, et toute la journée j'ai contempilé de Naples la masse véritablement remarquable de vapeurs qui dessine en blanc, sur la montagne, la trace de la coulée. Cette dernière est, comme vous pouvez en juger, par un coup d'œil jeté sur la carte, une des plus longues qui ait été fournie par le *Vésuve*. Elle succède d'ailleurs remarquablement à celle de 1850, avec laquelle elle offre des points de ressemblance, et aussi de grandes différences qu'on peut déjà saisir dans leur allure générale....

M. Éd. de Verneuil fait la communication suivante :

Description des fossiles trouvés dans les terrains silurien et dévonien d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des montagnes de Tolède, par MM. de Verneuil et Barrande.

Les fossiles que nous allons décrire proviennent des recherches de l'un de nous aux environs d'Almaden, de celles de M. Eusebio Sanchez, directeur des mines d'Almadenejos, qui nous accompagnait, et surtout de celles bien plus prolongées et plus étendues de notre ami M. Casiano de Prado. Celui-ci, l'un des premiers qui, dans son pays, ait compris la valeur des lois paléontologiques, dont l'importance et la certitude augmentent à mesure que leur application s'étend à de nouvelles contrées, a cru devoir, dans ses travaux géologiques, consacrer une part de son temps à la recherche des fossiles, et a formé à Madrid une collection destinée à contribuer puissamment aux progrès de la géologie espagnole.

Par ses richesses métallifères, la Sierra-Morena, surtout dans les environs d'Almaden, a depuis longtemps appelé l'attention des hommes qui se consacrent à l'art des mines; mais si la constitution géologique de cette contrée a été l'objet de plusieurs mémoires, il n'en a pas été de même de la paléontologie; aussi jusqu'à présent ignorait-on presque complètement la nature des êtres

fossiles ensevelis dans les couches sédimentaires dont ces montagnes sont composées. Dans un mémoire excellent et plein d'observations qui partent d'un esprit aussi juste que profond, M. Leplay avait jeté, il y a plus de vingt ans, une vive lumière sur la géologie de l'Estramadure et du nord de l'Andalousie, mais il avait à peine cité quelques localités fossilifères, et n'était entré dans aucun détail sur les espèces qu'il y avait rencontrées.

En 1850, époque à laquelle un de nous visita la Sierra-Morena, on ne connaissait d'autres fossiles de cette contrée que ceux cités par M. Ezquerro del Bayo, tels que le *Spirifer attenuatus*, le *Cyrtia trapezoidalis*, et le *Strygocephalus Burtini*, c'est-à-dire un mélange de vrai et de faux, puisque les deux premières espèces n'y ont pas encore été rencontrées. On citait aussi quelques Térébratules et une espèce de trilobite, que nous vîmes désignée dans les collections de Madrid sous le nom de *Calymene Blumenbachi*, et que nous reconnûmes pour une espèce plus ancienne, le *C. Tristani*. C'est cette même espèce que M. Paillette avait déjà trouvée alors près de Santa-Cruz de Mudela, dans la partie orientale de la Sierra-Morena, où elle est très abondante.

Si l'on savait peu de choses relativement aux fossiles de ce pays, on se doutait encore moins qu'il y en eût de deux âges très distincts. M. Leplay, avec la justesse de son coup d'œil, avait reconnu l'existence de deux terrains de transition, mais il n'avait pas soupçonné qu'ils pussent être caractérisés par des fossiles différents. Pour être juste, nous devons dire, qu'à l'époque où il écrivait, les beaux travaux de Sir Roderick Murchison n'avaient pas encore vu le jour, et l'on ignorait qu'il y eût dans le terrain de transition une succession de types animaux pouvant servir à y établir plusieurs divisions. Notre but en nous dirigeant, il y a quelques années, vers la Sierra Morena, était de combler cette lacune dans la géologie d'une chaîne de montagnes qui joue un rôle si important en Espagne. Nous y recherchâmes donc principalement les fossiles. Après en avoir recueilli un certain nombre, nous ne tardâmes pas à reconnaître qu'il y en avait de deux époques, et nous pûmes faire la part de ceux qui caractérisent le terrain silurien et de ceux qui appartiennent au terrain dévonien, tâche facile, puisque, malgré les dislocations du sol, les fossiles siluriens et dévoniens ne sont jamais réunis dans les mêmes couches. Nous avons pu dès lors annoncer que les terrains paléozoïques du centre de l'Espagne avaient la plus grande analogie avec ceux de la partie occidentale de la France, en ce sens que le système silurien supérieur n'y était représenté que par exception, et seulement par les schistes à *Cardiola interrupta*, tandis que, dans la plupart des cas, les couches

dévoniennes reposaient immédiatement sur celles du système silurien inférieur, contemporaines des grès et schistes de Mandelto.

Les recherches de M. Casiano de Prado pendant ces dernières années n'ont fait que confirmer les résultats de ces premières études, et la liste, aussi bien que la description des nombreuses espèces qu'il a découvertes, vient mettre en évidence, d'une part, les relations qui lient les dépôts paléozoïques de France, d'Espagne et de Bohême, et de l'autre, l'espèce de contraste qu'ils offrent avec ceux de l'Angleterre, de la Suède et de la Russie.

Une fois proposée, cette classification des couches qui composent le sol du centre de la Péninsule fut bientôt adoptée, et le général Fr. de Lujan, aujourd'hui ministre des travaux publics en Espagne, dans son intéressant mémoire sur les provinces de Badajoz, Séville, Tolède et Ciudad-Real (1), distingue et décrit les terrains silurien et dévonien de cette région.

Les personnes étrangères à la géologie de l'Espagne pourraient induire de ce qui précède qu'il n'existe pas, dans les contrées dont nous venons de parler, d'autres dépôts sédimentaires anciens que ceux des mers silurienne et dévonienne, aussi nous hâterons-nous de rappeler qu'entre Almaden et Cordoue on rencontre un des plus riches bassins houillers de la Péninsule, celui d'Espiel et de Belmez, qui repose sur une masse puissante de calcaire carbonifère, où, en 1850, nous avons découvert le *Productus semi-reticulatus*, l'*Orthis resupinata*, la *Cypricardia rhombica*, et où, l'année dernière, M. Pellico a trouvé aussi le *Productus giganteus*.

Dix années auparavant, les mêmes fossiles s'étaient rencontrés sous nos pas dans les calcaires carbonifères des environs d'Archangel, au nord de la Russie, lieux où règnent aujourd'hui un climat et des animaux si différents de ceux de l'Espagne (2).

Outre le beau bassin houiller d'Espiel et de Belmez, il en existe quelques autres isolés çà et là jusqu'au bord du Guadalquivir ; toutefois si l'on embrasse l'ensemble des roches paléozoïques du centre de la Péninsule, on reconnaît que le terrain carbonifère occupe peu d'espace, comparé aux terrains silurien et dévonien, alors même qu'on lui adjoindrait le calcaire, encore problématique, de Llerena.

(1) *Acad. de ciencias de Madrid*, vol. X.

(2) L'étendue géographique sur laquelle on trouve les *Productus* de même espèce à l'époque carbonifère a toujours été pour nous un sujet, sinon d'étonnement, au moins de graves réflexions ; aussi avons-nous vu avec beaucoup d'intérêt les beaux *Productus* et *Spirifer* que M. Jules Marcou a rapportés dernièrement des parties les plus élevées des Montagnes Rochouses, près de Santa-Fé et d'Albuquerque.

C'est ce vaste développement des dépôts paléozoïques au centre de l'Espagne qui donne beaucoup d'intérêt à l'ensemble des fossiles que M. Casiano de Prado y a découverts. En effet, il s'agit d'un terrain qui occupe environ la cinquième partie de la Péninsule, qui commence à l'E. près de la ville d'Alcaraz (1). pour se prolonger à l'O.-S.-O. jusqu'au cap Saint-Vincent, en Portugal, qui vers le N. forme l'Estramadure et une grande partie des montagnes de Tolède, puis les sierras de Guadalupe, de Gata et de Francia, et pénètre enfin dans la Galice et les Asturies, en passant par la province de Salamanque et la partie occidentale du royaume de Léon, où M. Casiano de Prado vient de découvrir des Graptolites à 7 kilomètres au N.-O. d'Astorga.

Il est assez probable que ce même terrain s'avance jusqu'à une grande distance dans l'intérieur du Portugal, car on ne saurait douter que les fossiles des environs de Coimbra, décrits par MM. Sharpe et Ribeiro, n'aient vécu dans la même mer que ceux de l'intérieur de l'Espagne, tant il y a de ressemblance entre eux.

Si l'on cherche à se rendre compte du rôle que jouent, sous le rapport de l'étendue, les terrains silurien et dévonien, on reconnaît qu'ils sont fort inégaux et que le premier est incomparablement plus développé que le second.

Le terrain dévonien en effet ne se présente qu'en lambeaux isolés, aux environs d'Almaden, à Cabeza del Buey, à Herrera del Duque, et il faut le chercher au nord de la province de Léon pour lui voir acquérir une certaine continuité. Il est très probable qu'à mesure qu'on étudiera davantage la vaste surface occupée par le terrain paléozoïque, on y découvrira çà et là d'autres lambeaux de terrain dévonien; mais quelque limitée que soit l'étendue aujourd'hui connue de ce dernier, il est digne de remarque qu'il a fourni autant de fossiles que le terrain silurien, ou environ 62 espèces.

Si le grand espace qu'occupent les terrains anciens en Espagne donne beaucoup d'intérêt aux fossiles que M. Casiano de Prado y a découverts, on peut dire que les difficultés que présentent les études stratigraphiques dans cette région ajoutent encore à cet intérêt. En effet les plissements, les failles et les dislocations que l'écorce du globe y a éprouvés font qu'il est souvent très difficile, sinon impossible, de se rendre compte de l'ordre de super-

(1) Nous avons trouvé cette année, entre Genave et Montiel, assez près du point où commence la Sierra Morena, les espèces siluriennes suivantes : *Calymene Tristani*, *Asaphus nobilis*, *Ilucenus Hispanicus*, *Placoparia Tourneminei*, *Redonia Deshayesiana*, etc.

position originaire des couches. Certaines bandes dévoniennes paraissent être intercalées dans le terrain silurien inférieur; mais comme les fossiles qu'elles renferment sont les mêmes que dans les couches dévoniennes régulièrement superposées au terrain silurien, comme jamais il n'y a de mélange des fossiles des deux époques, le paléontologiste se prononce sans hésitation, là où le stratigraphe reste incertain. En présence des convulsions auxquelles l'Espagne a été soumise, on peut affirmer que la paléontologie y fournit aux géologues un instrument plus utile et plus nécessaire que dans aucune autre partie de l'Europe.

Notre travail faisant suite au mémoire de M. Casiano de Prado, dans lequel se trouvent les détails relatifs à la géologie, nous passerons de suite à la description des fossiles.

TERRAIN SILURIEN INFÉRIEUR.

1. *Ellipsocephalus Pradoanus*, n. sp., Pl. XXIII, fig. 5.

Cette espèce, qui n'est représentée dans notre collection que par deux têtes isolées, semble nous prouver l'existence de la faune primordiale en Espagne.

Nous reconnaissons dans ces échantillons les caractères du genre *Ellipsocephalus*, 1^o dans la forme de la glabelle, figurant un quadrilatère allongé; 2^o dans les yeux placés à l'arrière et prolongés par un filet délié jusqu'à la glabelle. Malgré leur mauvais état, ces fragments nous paraissent appartenir à une espèce distincte des deux espèces de Bohême, à cause de leur bord frontal très plat, et de la plus grande longueur relative de la glabelle. Nous devons faire observer que cette description étant fondée sur des spécimens fort incomplets, l'existence du genre *Ellipsocephalus* en Espagne, bien que très vraisemblable, ne doit pas être considérée comme absolument hors de doute.

Gisement et localités. Cette espèce a été trouvée à Cortijos de Malagon (Montagnes de Tolède) dans des grès quartzeux, un peu micacés, et de couleur gris jaunâtre. Bien que mal conservés, les fragments que nous venons de nommer ont une assez grande importance à nos yeux, parce qu'ils nous permettent de saisir la première trace de la faune primordiale dans la péninsule espagnole.

2. *Placoparia Tourneminei*, Pl. XXIII, fig. 6, a, b, c.

Calymene Tourneminei, Rou., *Bull. Soc. géol.*, vol. IV, p. 320, 1846.

Cette espèce, sur laquelle un de nous a déjà eu l'occasion de dire quelques mots en décrivant *P. Zippel*, *Syst. sil. de la Boh.*,

p. 803, pl. 29), présente, au premier coup d'œil, une ressemblance tellement grande avec l'espèce de Bohême, qu'il est difficile de les distinguer l'une de l'autre. Nous pouvons donc renvoyer à la description que nous venons de citer, pour les caractères généraux, et nous borner à signaler ici les différences spécifiques. Dans la tête de *P. Tourneminei*, le lobe frontal est plus étroit que la glabelle, mesurée au droit des lobes antérieurs, tandis que dans *P. Zippi* la glabelle s'élargit graduellement de l'arrière vers l'avant, de sorte que le maximum de largeur correspond au lobe frontal.

Quelques exemplaires, parfaitement conservés, nous permettent de voir sur la tête le cours complet de la grande suture. Sur le front, elle occupe la station marginale, puis chaque branche traverse le bord, tombe dans le sillon général qu'elle suit en effleurant le talus de la joue, pour aboutir à l'angle général, dans une petite dépression très-marquée. Les mêmes échantillons nous montrent aussi le contour latéral des joues qui n'avait pu être jusqu'ici bien observé, et qui est orné de dentelures, au nombre de 6 à 7 de chaque côté. Ces dentelures, peu saillantes, sont presque cachées sous le pygidium, dans de très bons individus enroulés.

À cette occasion, nous constaterons que, depuis la publication du 1^{er} vol. du *Système silurien de la Bohême*, l'un de nous a découvert des têtes de *P. Zippi*, qui montrent à la fois la grande suture, identique dans son cours avec celle que nous venons d'indiquer, et des dentelures semblables à celles qui ornent le bord général de *P. Tourneminei*.

Dans les deux espèces, il nous paraît bien certain que les yeux manquent complètement, malgré l'existence de la grande suture. Ce fait, quoique rare dans les trilobites, a déjà été constaté par nous dans plusieurs *Ampyx* et dans deux *Conoccephalus* de Bohême.

Le thorax de *P. Tourneminei* ne présente que onze segments, nombre bien constaté sur plusieurs bons exemplaires, tandis qu'il y a réellement douze segments dans *P. Zippi* de Bohême.

Le pygidium des deux espèces comparées pourrait à peine être distingué, car on trouve, dans l'une et l'autre, quatre plèvres distinctes, et sur l'axe cinq articulations, dont la dernière est rudimentaire.

Dimensions. *P. Tourneminei* offre une taille inférieure de près de moitié par rapport à *P. Zippi*. Les exemplaires d'Espagne ont moyennement une longueur de 31 millimètres sur 16 millimètres de largeur.

Rapports et différences. — Nous venons de faire le parallèle entre *P. Tourneminei* et *P. Zippi*, de manière à faire ressortir

leur distinction spécifique. Il nous reste à faire observer que le trilobite portugais, récemment décrit par M. Salter sous le nom de *P. Zappei*, nous paraît au contraire appartenir à l'espèce *P. Tourneminei*, qui est commune en France et en Espagne. Si le savant anglais a cru reconnaître des yeux, nous pensons que cette observation est de nature à mériter confirmation, car nos échantillons de *P. Tourneminei*, parfaitement conservés avec le test, ne nous offrent absolument aucune trace de ces organes.

Gisement et localités. Cette espèce, déjà signalée dans la division silurienne inférieure de France et d'Espagne, se trouve dans la Sierra Morena à Almadenejos près d'Almaden, à Huerta del Llano, à Ballestera, à el Viso près de la venta de Cardenas au N. de la Carolina. MM. de Prado, de Lorière et l'un de nous l'ont également découverte à Pardos, près Molina de Aragon, avec *Calymene Tristani* qui caractérise en beaucoup de points le même horizon. Enfin, ce printemps même, M. Collomb et l'un de nous, nous l'avons rencontrée avec la même espèce de Calymène, à 15 kilomètres à l'O. d'Alcaraz, presque à l'extrémité orientale de la Sierra Morena. Nous ajouterons que cette espèce a été récemment trouvée dans les schistes de Nefiez (Hérault), par MM. Fournet et Graf.

Explication des figures.

Pl. I, fig. 6. Individu de grandeur naturelle.

Fig. 6 a. Tête grossie.

Fig. 6 b. Pygidium grossi.

3. *Cheirons Marianus*, n. sp., Pl. XXIII, fig. 4.

Nous ne connaissons que la glabelle de cette espèce, qui nous paraît se rattacher au groupe de *C. claviger*. Cette glabelle se distingue cependant des autres formes connues de ce groupe, d'abord par sa convexité extrêmement prononcée, et ensuite par son bord frontal aplati, et beaucoup plus large que dans *C. claviger*, que nous considérons comme l'espèce la plus rapprochée. L'œil de *C. Marianus*, dont nous voyons le lobe palpébral sur le fragment décrit, occupe exactement la même position que dans le type de Bohême, c'est-à-dire au droit du sillon latéral moyen.

Dimensions. — Longueur de la glabelle, y compris le bord frontal, 21 millimètres, largeur entre les sillons dorsaux, 15 millimètres. — Hauteur de la glabelle, 6 millimètres.

Gisement et localités. — Le fragment décrit a été trouvé dans les schistes de la division silurienne inférieure, à Puente de las Ovejas, près de Ciudad Real.

4. *Homalonotus rarus*, pl. XXIII, fig. 2.

Plesiocoma rara, Corda, *Prodr.*, pl. 3, fig. 30, 1847.

H. rarus, *Syst. sil. de Bohême*, p. 581, pl. 27.

Nous ne possédons de cette espèce qu'un seul échantillon, qui nous permet d'observer la plus grande partie du corps.

La tête a beaucoup de ressemblance avec celle de l'espèce de Bohême à laquelle nous l'assimilons. On y distingue le cours complet de la grande suture, que nous avons figuré, ainsi que les yeux, qui sont très petits et placés fort en avant, un peu plus près de la glabelle que du bord géral. On y remarque aussi que la surface générale de la tête est si régulièrement convexe, qu'elle pourrait être comparée à un quart de sphère.

Le thorax ne nous est connu que par une partie de ses segments, dont la forme est en parfaite harmonie avec celle qui caractérise le genre *Homalonotus*.

Le pygidium rappelle celui du groupe des *Diptera*. L'axe, occupant environ le tiers de la largeur totale, est séparé des lobes latéraux par un léger sillon, mais on n'aperçoit, sur toute la surface, que des traces à peine sensibles de segmentation.

Dimensions. — L'individu enroulé, que nous décrivons, paraît avoir une longueur d'environ 8 à 10 centimètres, sur une largeur de 4 à 5.

Rapports et différences. — Cette espèce, que nous assimilons à celle de Bohême, nous paraît être également identique avec le trilobite des grès de May, décrit et figuré par M. Deslongchamps, sous le nom de *Asaphus brevicaudatus*.

Gisement et localités. — *H. rarus* caractérise, partout où il se trouve, la division silurienne inférieure. Il a été découvert par l'un de nous, à Almadenejos, près d'Almaden, dans la Sierra-Morena. Il caractérise l'étage D en Bohême et les grès de May en France.

5. *Homalonotus Brongniarti*, Pl. XXIII, fig. 4 et 4 a.

Asaphus Brongniarti, Desl., *Mém. Calc.*, vol. II, pl. 49, fig. 4-7, 1825.

Nous identifions avec cette espèce une tête et un pygidium qui nous semblent présenter tous les caractères que nous voyons dans des fragments analogues, provenant de May.

Gisement et localités. — La tête a été trouvée dans les quartzites terreux d'Almaden, et le pygidium dans les schistes de Ballestera, c'est-à-dire dans la division silurienne inférieure.

Explication des figures.

Fig. 4. Pygidium de grandeur naturelle.

Fig. 4 a. Tête d'un autre individu.

6. *Calymene pulchra*, Pl. XXVI, fig. 1 et 1 a.

C. pulchra, Barr., *Syst. sil. de la Bohême*, p. 575, pl. 49, 1852.

Nous reconnaissons cette espèce de Bohême d'après plusieurs fragments qui nous présentent tout le corps, excepté le pygidium. La tête, fort bien conservée, nous montre la série des pointes dentiformes qui ornent le bord de la joue, et qui caractérisent ce trilobite, ainsi que l'espèce congénère, *C. Verneuli*, Rouault.

Gisement et localités. — Tous les fragments connus proviennent des schistes siluriens inférieurs de Puente de las Ovejas, près de Ciudad-Real.

7. *Calymene Tristani*, Pl. XXV, fig. 3 et 3 a.

C. Tristani, Brongn., *Crustacés fossiles*, pl. 1, fig. 2, 1822.

Cette espèce, éminemment caractéristique de la faune seconde en France, paraît jouer un rôle semblable en Espagne, où on la rencontre, sur le même horizon, dans un très grand nombre de localités. La détermination de ce trilobite est d'ailleurs très aisée, pour peu qu'on rencontre une tête, toujours très reconnaissable par le prolongement du bord frontal fortement relevé. Quoique très commune, cette espèce n'a jamais été bien figurée. Nous avons donc cru devoir donner la figure d'une tête et d'un pygidium très bien conservés. On remarque, sur les lobes latéraux du pygidium, une rainure ou dépression oblique à l'axe, passant par les points où commence le sillon sutural des plèvres, et déterminant une sorte de triangle, un peu en relief, qui longe l'axe. Ce triangle est plus ou moins marqué, selon les individus; mais, dans tous les cas, il rappelle la disposition caractéristique de la *C. Arago*.

Rapports et différences. — *C. Tristani* est le type d'un groupe bien caractérisé : 1° par la forme du bord frontal relevé; 2° par les lobes latéraux fortement repliés dans le sens transverse. Ce

groupe forme une sorte de passage entre les deux genres *Calymene* et *Homalonotus*, et se compose principalement des espèces suivantes :

- Calymene Tristani*, Brongn.
 — *brevicapitata*, Portl.
 — *parvula*, Barr.
 — *declinata*, Cord.
 — *parvifrons*, Salt.

Bien que *C. Arago* Rou. et *C. Salteri* Rou. aient le bord frontal très réduit, elles nous semblent cependant se rattacher au même groupe, par la plupart de leurs formes.

Il est important de remarquer que le groupe que nous signalons caractérise partout la Faune seconde, et ne paraît pas représenté dans la Faune troisième (division silurienne supérieure). On sait que le genre *Calymene* n'existe pas dans la Faune primordiale.

Gisement et localités. *C. Tristani* a été trouvée dans les lieux suivants : la Ballestera; Fontanosas; Brazatortas; la Solana del Romeral, près Almadenejos; Huerta del Llano; Almaden, près de l'entrée des mines, et derrière l'hôpital; entre la casa de la Vega et Santa Eufemia; la Caracollera, entre Valdeazogues et Fontanosas; Herrera del Duque; Fuenlabrada de los montes de Toledo; Horcajo de los montes (province de Tolède); Nava Entresierra entre la sierra de Guadalupe et le Tage; Puente de las Ovejas et Paulete, près Ciudad real. Elle a été aussi découverte par l'un de nous, à 2 lieues au nord de Villaharta, sur le chemin d'Almaden à Cordoue; par M. Collomb et l'un de nous, à quelques kilomètres d'Alcaraz, à la naissance de la Sierra Morena; par M. Paillette, près Santa-Cruz de Mudela; et par M. Casiano de Prado à Pardos, au nord de Molina de Aragon. Elle avait été jadis signalée dans le même pays par Torrubia, qui avait indiqué une fausse localité.

Explication des figures.

Fig. 3. Tête incomplète.

Fig. 4. Pygidium complet.

8. *Calymene Arago*, Pl. XXV, fig. 4 et 4 a.

C. Arago, Rou., *Bull. Soc. géol.*, vol. VI, pl. II, fig. 3, 1849.

Cette espèce, qui se rapproche beaucoup de *C. Tristani*, s'en distingue par deux caractères très prononcés : 1° le bord fron-

tal rudimentaire, courbé verticalement sous la tête, peut être comparé à un arc en ogive, arrondi au sommet, et dont la convexité est tournée vers le haut. Cette disposition contraste avec le développement très grand du bord frontal dans *C. Tristani*, et avec sa forme saillante et relevée; 2° le pygidium de *C. Arago*, déjà observé par M. Marie Rouault, est dépourvu de toute trace de segmentation sur les lobes latéraux, subdivisés chacun en deux parties, dont l'une interne est triangulaire, et un peu saillante, tandis que l'autre externe forme le bord.

Gisement et localités. — Cette espèce se trouve dans le terrain silurien à Val de Mosillo; à la Ballestera; dans les environs d'Almadenejos; à Borcajo de los Montes (prov. de Tolède). Elle a été aussi découverte par MM. Casiano de Prado, de Lorière et l'un de nous près de Pardos, au nord de Molina de Aragon, associée à *C. Tristani* et à *Placoparia Tourneminei*.

Explication des figures.

Fig. 4. Individu entier enroulé sur lui-même.

Fig. 4 a. Pygidium.

9. *Calymene transiens*, n. sp., Pl. XXV, fig. 5.

Cette espèce semble présenter une combinaison de formes qui rappellent à la fois *C. Tristani* et *C. Arago*.

La tête pourrait, en effet, être presque confondue avec celle de *C. Arago*, dont elle reproduit la disposition. Le bord frontal rudimentaire, courbé en demi-cercle, forme un sinus rentrant entre les saillies des deux bords génaux.

Le pygidium offre sur l'axe environ dix articulations. Sur chaque lobe latéral, on reconnaît un triangle analogue à celui qui caractérise *C. Arago*, mais la surface de ce triangle permet de compter trois plèvres distinctes, dont les sillons se terminent un peu avant la rainure du bord plat qui entoure la surface.

Le test est couvert d'une granulation fine, visible à l'œil nu, sur toute la superficie du corps, comme dans *C. Tristani*.

Gisement et localités. — Cette espèce a été trouvée à la Solana del Romeral, près d'Almadenejos, et à Fontanosas, dans les couches siluriennes inférieures.

10. *Dalmanites socialis*, Pl. XXVI, fig. 2.

D. socialis, Barr., *Syst. sil. de la Bohême*, vol. I, pl. 26, p. 552, 1852.

Nous reconnaissons l'espèce de Bohême dans divers fragments qui nous montrent la tête, le thorax et le pygidium.

Gisement et localités. — Cette espèce se trouve dans les schistes de la division silurienne inférieure à Euenlabrada ; à la Ballestera ; à une lieue et un quart d'Almadenejos, près d'Almaden, et à Puente de las Ovejas, près de Ciudad Real. Elle paraît être aussi caractéristique de la Faune seconde en Espagne qu'en Bohême et en France.

Nous mentionnerons un fragment de la glabelle d'une espèce très analogue dans tous ses traits à *D. socialis*, mais qui se distingue par une sorte de museau placé au front, et saillant d'environ 3 millimètres hors du contour. Il serait possible que cette forme fût par rapport à *D. socialis*, ce que *D. Dujardini* est à *D. Philipsi*. Ce fragment provient de Puente de las Ovejas.

11. *Dalmanites Downingia*, Pl. XXVIII, fig. 4 et 4 a.

D. Downingia, Murch. *Sil. Syst.*, pl. 14, fig. 3, 1839.

Cette espèce est représentée par plusieurs échantillons, plus ou moins complets, qui nous permettent de reconnaître les formes récemment décrites par M. Salter (1). La seule différence que nous puissions signaler consiste en ce que les exemplaires espagnols sont généralement plus grands, d'environ un tiers, que les individus anglais.

Gisement et localités. — Ce trilobite a été trouvé dans les schistes de la division silurienne inférieure à la Ballestera, Fontanosas, Brazatorras et Almadenejos, dans la Sierra Morena. — Nous ferons observer que la même espèce est signalée en Angleterre dans les deux divisions du système silurien.

12. *Dalmanites Vetillarti*, Pl. XXVI, fig. 4.

D. Vetillarti, Rou., *Bull. Soc. géol.*, vol. VIII, p. 359, 1851.

Cette espèce n'est représentée dans notre collection que par un

(1) *Memoirs of the geological survey of the united kingdom*, década VII, Londres, 1853.

échantillon qui nous montre distinctement, comme le type de France, le sillon latéral médian de la glabelle réduit à une fossette qui n'atteint pas le sillon dorsal. Nous ne connaissons pas bien les autres parties du corps qui se trouvent endommagées dans l'exemplaire observé.

Dimensions. — La taille du fragment décrit paraît être parfaitement en harmonie avec celle d'un individu déterminé par M. Rouault, sous le nom de *D. Vettillarti*, et provenant de la Bretagne.

Rapports et différences. — En comparant le trilobite qui nous occupe avec les figures de *Calymene macrophthalma* données par Brongniart (*Crustacés fossiles*, Pl. 1, fig. 4 A et 4 B), il nous semble qu'il existe de grandes relations entre ces formes.

Gisement et localités. — Cette espèce a été trouvée à la Ballestera, dans la Sierra Morena, au milieu des schistes de la division silurienne inférieure.

13. *Dalmanites Torrubiæ*, n. sp., Pl. XXVI, fig. 3.

Cette espèce se rattache au groupe de *D. Hawleyi* et *D. Deshayesi* de Bohême, par la conformation des plèvres du pygidium fortement reployées vers l'arrière, de manière à devenir presque parallèles à l'axe. Celui-ci nous permet de compter huit articulations, tandis qu'on ne voit sur chaque côté que trois plèvres divisées par le sillon sutural. Ces plèvres, mal conservées, n'ont pas été bien rendues par le dessinateur.

D. Torrubiæ se distingue des deux espèces congénères de Bohême par sa glabelle plate et déprimée au-dessous du niveau des yeux, qui s'élèvent notablement plus haut que la partie centrale de la tête.

Dimensions. — Longueur d'un individu complet, 44 millimètres: largeur maximum, 22 millimètres.

Gisement et localités. — Ce trilobite a été trouvé dans les schistes de la division silurienne inférieure à la Ballestera et à Puente de las Ovejas.

Nous dédions cette espèce au Père Torrubia, qui a publié il ya un siècle un assez bon livre sur les fossiles d'Espagne.

14. *Dalmanites Phillipsi*, Pl. XXVI, fig. 5.

D. Phillipsi, Barr., *Syst. sil. de la Bohême*, p. 557, pl. 22 et 26, 1852.

Divers fragments bien conservés nous permettent de reconnaître

la tête, le thorax et le pygidium de l'espèce de Bohême, avec tous leurs caractères. L'un des principaux consiste en ce que les deux sillons antérieurs de la glabelle sont à peine visibles et s'effacent presque entièrement.

Gisement et localités. — Ces fragments ont été trouvés dans les schistes de la division silurienne inférieure à Peralejo; à la Ballestera; sur le chemin de los Palacios à Guadalmez et à Hucrta del Llano, près de Chillon.

15. *Dalmanites Dujardini.*

D. Dujardini, Rouault, *Bull. Soc. géol.*, vol. IV, pl. 3, fig. 5, 1846.

Nous reconnaissons cette espèce dans divers exemplaires dont la tête nous montre, au bord frontal et sur l'axe, le tubercule caractéristique signalé par M. Marie Rouault. Ce tubercule paraissant s'effacer peu à peu dans certains individus, il pourrait bien se faire que *D. Dujardini* ne fût qu'une variété de *D. Phillipsi* de Bohême, qui offre d'ailleurs les mêmes caractères dans sa conformation.

Gisement et localités. — Les fragments observés ont été trouvés dans les couches de la division silurienne inférieure à Peralejo, dans la Sierra Morena.

16. *Lichas Hispanica*, n. sp., Pl. XXIV, fig. 4.

La tête seule de ce beau trilobite nous est connue. Elle nous permet de reconnaître l'existence d'un bord frontal assez large, dont il reste un fragment sur le côté gauche de l'exemplaire figuré. Au premier coup d'œil, cette tête se distingue de celle de toutes les formes congénères, par le corps médian de la glabelle fortement bombé, presque comme un hémisphère, et terminé vers l'arrière par une partie basse, étranglée, occupant le quart de la longueur totale. Les sillons antérieur et moyen sont parallèles entre eux et se réunissent à l'intérieur. Du point de leur réunion part une forte dépression qui traverse la partie basse du lobe médian, laissant derrière elle un bourrelet transverse qui figure comme un second anneau occipital. Ce bourrelet rectiligne unit ensemble les lobes moyens opposés. Le sillon postérieur de la glabelle se trouve dans la direction du sillon occipital dans sa partie médiane; tandis que les extrémités de ce même sillon se courbent fortement sur les deux côtés, en présentant leur concavité vers le front. Le lobe antérieur figure un ovale allongé, incliné à environ 45° sur l'axe du corps.

Soc. géol., 2^e série, tome XII.

62

Le lobe médian, qui paraît très développé, et presque double en surface du lobe antérieur, n'est pas assez bien conservé pour que nous puissions bien définir ses contours. Le lobe postérieur ovalaire, pointu aux deux bouts, est placé presque horizontalement dans la cavité formée par la branche latérale du sillon occipital. Sa superficie équivaut à peine au tiers de celle du lobe antérieur. L'anneau occipital, médiocrement bombé, porte un léger tubercule sur l'axe. On aperçoit la trace d'un autre tubercule semblable sur le point culminant de la glabelle.

La surface du test est couverte d'une granulation serrée, assez forte et très visible à l'œil nu. Les grains un peu inégaux tendent à s'élever en pointe.

Dimensions. — Longueur de la tête, 34 millimètres; largeur maximum, 54 millimètres.

Rapports et différences. — Les espèces les plus rapprochées de *L. Hispanica* sont celles qui offrent les trois lobes latéraux de la glabelle, et principalement: *L. Hubneri*, Eichw., *L. laxatus*, McCoy et *L. scabra*, Beyrich. — Cependant les caractères distinctifs de notre espèce, savoir: le bombement de la partie frontale de la glabelle, et le bourrelet saillant qu'on pourrait prendre pour un second anneau occipital, ne permettent pas de la confondre avec les formes analogues que nous venons de nommer.

Gisement et localités. — Ce fragment a été trouvé à Puente de las Ovejas, près de Ciudad Real, dans un psammite schisteux et noirâtre, de la division silurienne inférieure.

17. *Trinucleus Goldfussi*, Pl. XXV, fig. 2.

T. Goldfussi, Barr., *Syst. sil. de la Bohême*, p. 628, pl. 30, 1852.

Cette espèce n'est déterminée qu'au moyen de quelques têtes isolées, provenant de diverses localités, et que nous ne saurions distinguer de la forme de Bohême à laquelle nous les rapportons.

Gisement et localités. — Les fragments connus se trouvent dans un grès jaunâtre, un peu terreux, à Almadenejos près d'Almaden, et dans un psammite grisâtre à Peralejo, l'un et l'autre appartenant à la division inférieure du système silurien.

18. *Asaphus nobilis*, Pl. XXIV, fig. 2 et 2 a; Pl. XXVIII, fig. 6.

A. nobilis, Barr., *Syst. sil. de la Bohême*, p. 637, pl. 31, 32, 1852.

Nous reconnaissons l'espèce de Bohême dans plusieurs individus et fragments qui présentent les diverses parties du corps. Nous avons aussi sous les yeux un jeune exemplaire complet, qui nous montre en place son hypostôme fourchu.

Gisement et localités. — Ces fragments, qui appartiennent à la division silurienne inférieure, proviennent de Puente de las Ovejjas, près de Ciudad-Real; de Brazatorlas; de Fontanosas; de la Ballestera; de la Solana del Romeral, aux environs d'Almadenejos; de Baerta del Llano, près de Chillón, et de las Navas, près de Herrera del Duque.

Explication des figures.

Pl. 2, fig. 2. Jeune individu.

fig. 2 a. Individu adulte. Le pygidium offre sur l'axe une série de lignes brisées, et sur les côtés, des stries hyperboliques qui caractérisent cette espèce.

Pl. 6, fig. 6. Jeune individu montrant l'hypostôme.

19. *Asaphus Ciansus*, n. sp., Pl. XXIII, fig. 3.

Cette espèce nous paraît très remarquable par le grand développement de la glabelle qui figure une surface cylindroïde, légèrement aplatie vers l'arrière, mais bombée et saillante au front. Les yeux, placés à peu près vers le milieu de la longueur, sont un peu au-dessous de la partie médiane de la tête. Leur longueur, suivant l'axe, équivaut à environ un quart de la longueur de la glabelle. Leur surface visuelle nous montre des lentilles extrêmement exigües, dont le nombre peut bien s'élever à dix mille par œil.

Le thorax nous permet de compter huit anneaux bien distincts. L'axe, bien dessiné par des sillons dorsaux profonds, s'élève en arc surbaissé au-dessus du niveau des lobes latéraux. Il occupe le tiers de la largeur totale. Ses anneaux, sur le moule, sont séparés par des rainures profondes et larges. Les lobes latéraux ont un talus d'environ 45 degrés sur le tiers externe des plèvres. On aperçoit sur le biseau de celles-ci des fragments de test, portant des stries en relief, dirigées dans le sens des anneaux.

Le pygidium manque sur l'individu que nous venons de décrire.

Dimensions. — Longueur de la tête, 52 millimètres; longueur du thorax, 62 millimètres; largeur maximum du corps, 102 millimètres.

Rapports et différences. — La glabelle de ce tribolite nous semble suffisante pour le faire distinguer de toutes les espèces congénères connues, mais la largeur de l'axe thoracique nous rappelle la forme d'Angleterre connue sous le nom d'*A. Powisii*, Murchison.

Gisement et localités. — Les échantillons que nous décrivons ont été trouvés à Huerta del Llano, dans les schistes de la division silurienne inférieure.

Nous dédions cette belle espèce à notre ami M. Cia, professeur à l'École des mines de Madrid.

20. *Asaphus glabratus*, Pl. XXV, fig. 1 et 1 a; Pl. XXVIII, fig. 5.

Ogygia glabrata, Sharpe, *Quat. Journ.*, 1853, pl. 7, fig. 4.

Nous rapportons à cette espèce un individu complet et des pygidium isolés, médiocrement bombés, dont le contour se rapproche beaucoup d'un demi-cercle. L'axe occupe moins du tiers de la largeur totale, et offre une saillie prononcée par rapport aux lobes latéraux. On peut distinguer sur sa surface cinq à sept articulations, dont la première seule est bien marquée. Les suivantes sont souvent presque effacées. On compte sur chaque lobe latéral quatre à cinq côtes, dépourvues de sillon sutural, mais bien séparées par des rainures intercostales. Ces côtes s'effacent sur le talus, un peu au delà de la moitié de leur longueur, comme celles d'*Ogygia Portlocki*. Dans certains échantillons dépourvus du test, l'impression de la doublure, qui est très développée, figure un bord large et aplati, qui n'existe pas dans les exemplaires bien conservés. Sans cette circonstance, on serait tenté de faire deux espèces distinctes, mais un des morceaux figurés nous fait reconnaître leur identité.

Le test est orné de stries fines, saillantes, un peu sinueuses, transverses sur l'axe, et obliques sur les côtés. La tête est semi-circulaire, la glabelle s'élargit beaucoup d'arrière en avant, et atteint le bord. Les yeux sont assez grands, et offrent un nombre très considérable (2060 environ) de facettes microscopiques. Le corps se compose de huit articulations comme dans tous les *Asaphus*.

Dimensions. — Le plus grand échantillon a 30 millimètres de longueur sur 50 de largeur.

Rapports et différences. — La forme la plus rapprochée est *Ogygia Portlocki*, Salt., ce qui prouve combien ont d'affinité les genres *Asaphus* et *Ogygia*. *L'O. Portlocki*, néanmoins, a une glabelle à bords parallèles vers la base, des yeux placés plus en avant et des articulations plus marquées sur l'axe du pygidium.

Gisement et localités. — Ces fragments ont été trouvés dans les couches de la division silurienne inférieure à Brazatortas ; à Ballestera et à Retamosa. M. Casiano de Prado en a trouvé de meilleurs échantillons depuis que nous avons fait dessiner cette espèce.

Explication des figures.

Pl. XXV, fig. 4. Pygidium avec la plus grande partie du test.

Fig. 4 a. Pygidium montrant la doublure du test.

Pl. XXVIII, fig. 5. Tête de la même espèce.

21. *Asaphus contractus*, n. sp., Pl. XXIV, fig. 3 et 3 a.

Nous ne connaissons de cette espèce que deux glabelles isolées qui, d'après leur forme élargie au bord frontal, paraissent appartenir au groupe de *A. tyrannus*, dans lequel les deux branches faciales de la grande suture atteignent le bord en des points éloignés de l'axe. La glabelle, assez bombée, figure une sorte de poire dont la pointe, surmontée d'un tubercule, atteint le sillon occipital, tandis que la base s'appuie sur le bord frontal aplati, large de 2 à 3 millimètres. Ce bord contourne la glabelle, en s'élargissant graduellement sur les côtés. L'anneau occipital est bien marqué. On aperçoit un fragment de la joue fixe, assez bombée. Le reste de la tête manque.

Gisement et localités. — Ces fragments, appartenant à la division silurienne inférieure, ont été trouvés à la Solana del Romeral, et à Puente de las Ovejas.

Il pourrait se faire que ces têtes isolées appartenissent à la même espèce que les pygidiums décrits sous le nom de *A. glabratus*.

22. *Illænus Hispanicus*, n. sp., Pl. XXV, fig. 6, 6 a et 6 b.

Cette espèce a sans doute de grands rapports avec diverses autres déjà connues, qui ont comme elle 10 segments au thorax. Cependant nous croyons devoir lui donner un nom particulier

jusqu'à plus ample information relativement aux autres espèces avec lesquelles on peut la comparer.

I. Hispanicus a la tête un peu plus développée que le pygidium. L'axe du thorax occupe un tiers de la largeur totale, et ne montre qu'un faible rétrécissement dans sa longueur. La partie interne et horizontale des plèvres est plus courte que leur partie externe. On voit à l'origine de chacune d'elles un petit trou ou entonnoir bien marqué sur le moule.

Le test présente, sur tout le corps, des stries transverses, ondulées, inégalement espacées, résultant de séries de points creux. Ces ornements ne peuvent pas être confondus avec les plis-sillons d'*I. crassicauda* qui offrent une saillie et une rainure, tandis qu'il n'y a aucune saillie dans les ornements de notre espèce.

Dimensions. — Les plus grands individus ont une longueur développée d'environ 9 centimètres sur une largeur de 6 centimètres.

Rapports et différences. — L'espèce la plus rapprochée est *I. crassicauda*, que nous venons de différencier par la nature des ornements de son test. Quant à *I. giganteus* de France, il paraît avoir un pygidium plus allongé et plus bombé en travers. Son test, d'ailleurs, nous est inconnu. Il en est de même d'une forme provenant de Bretagne, qui a une apparence générale très analogue à celle d'*I. Hispanicus*.

Gisement et localités. — Cette espèce a été trouvée à Huerta del Llano, près de Chillon; à la Solana del Romeral; à la Ballestera, et à Horcajo de los Montes (province de Tolède), dans les schistes de la division silurienne inférieure.

Explication des figures.

Fig. 6. Un des plus grands échantillons trouvés en Espagne.

Fig. 6 a. Fragment de test grossi. pour montrer les séries de petites fossettes dont il est orné.

Fig. 6 b. Autre échantillon enroulé.

Fig. 6 c. Partie de test grossie.

23. *Ilænus Sanchezii*, n. sp., Pl. XXV, fig. 7.

Cette petite espèce est remarquable par deux principaux caractères, savoir : 1^o Les yeux sont très développés et occupent un peu moins du tiers de la longueur de la tête. Ils sont assez bien conservés dans un de nos individus pour nous permettre de distinguer les lentilles, qui paraissent relativement assez grandes.

2° Le thorax ne se compose que de 8 segments ou du moins les deux seuls échantillons que nous possédons n'en offrent pas davantage.

La tête et le pygidium, à peu près égaux en surface et arrondis, sont très bombés, et presque sans traces de lobation.

L'axe du thorax occupe environ le tiers de la largeur totale. Les plèvres sont très fortement courbées à partir du tiers de leur longueur.

Dimensions. — Cette espèce ne dépasse guère 30 millimètres de longueur sur une largeur de 21 millimètres.

Rapports et différences. — Les rares espèces d'*Ullænius* à 8 articulations se distinguent aisément, savoir : *I. Hisingeri* de Bohême, par ses pointes génales et sa première plèvre prolongée ; *I. Beaumonti* de Bretagne, par les perforations qui indiquent les segments de l'axe du pygidium.

Gisement et localités. — *I. Sanchezi* a été trouvé à la Balastera et à Madroñal, dans les schistes de la division silurienne inférieure.

Nous dédions cette espèce à M. Sanchez, directeur des mines de Linares, qui a bien voulu accompagner l'un de nous dans une excursion aux environs d'Almadenejos.

En terminant la description des trilobites du terrain silurien, nous devons signaler un fragment qui, quoique très mal conservé, nous semble constater, aux environs de Santa-Cruz de Mudela, la présence d'une forme très analogue à celle de *Dalmanites Hausmanni*, espèce caractéristique en Bohême de la division silurienne supérieure. Nous savons que les schistes de Santa-Cruz de Mudela appartiennent incontestablement à la division inférieure, et que la *C. Tristani*, signalée ci-dessus, n'y est pas rare. Mais comme le fragment qui nous occupe est sur un calcaire que nous n'avons pas vu en place, il serait possible que ce fût un indice de l'existence, dans la même contrée, de la division silurienne supérieure qui, dans la Sierra Morena, n'a été jusqu'ici reconnue, par don Fernando Amor et l'un de nous, que sur très peu de points, dont l'un est situé au N.-E. de Cordoue.

Cet échantillon nous a été donné par don Ramon Pellico.

Lituites intermedius, n. sp., Pl. XXVII, fig. 3 et 3 a.

Nous n'avons qu'un fragment de ce Lituite qui nous a paru mériter d'être figuré, comme étant le premier échantillon de ce genre, toujours assez rare, qu'on ait encore trouvé dans la Péninsule.

Il semble, par le caractère de ses stries, être intermédiaire entre

le *Lituites convolvans* dont le test est lisse, et le *L. cornuarietis* qui est orné de stries lamelleuses inégales. Notre espèce est moins régulièrement striée que cette dernière, et les stries sont plus fines. Elles sont profondément infléchies en arrière à leur passage sur le milieu de la partie extérieure des tours de spire.

On ne saurait se dissimuler que le *L. intermedius* offre la plus grande analogie avec le *Trocholites ammonius*, Conrad, qui caractérise, en Amérique, le terrain silurien inférieur. Cependant ce dernier a des stries plus prononcées. Quand on en aura recueilli en Espagne un plus grand nombre d'échantillons, il ne serait pas impossible qu'on découvrit des passages entre ces deux coquilles qui probablement viendront se ranger parmi les *Nautilus*.

Gisement et localités.—Notre fragment a été trouvé par M. Casiano de Prado près d'Almadenejos, dans les schistes de la division silurienne inférieure.

Bellerophon bilobatus, Pl. XXVII, fig. 1.

Bellerophon bilobatus, Sow. in Murch., *sil. syst.*, pl. 19, fig. 13.

L'échantillon qu'a découvert M. Casiano de Prado au Pont-des-Brebis (Puente de las Ovejas), près de Ciudad-Real, est un des plus grands que nous connaissions, ce qui nous a engagés à le figurer. Il montre d'ailleurs un caractère qui se voit rarement; c'est un sillon placé en arrière du bord, et qui semble être la trace d'une ancienne bouche. On en distingue faiblement un second plus en arrière et de même forme que le premier. Nous aurions peut-être proposé de considérer cette coquille comme une espèce distincte, si l'un de nous n'avait rapporté d'Amérique quelques échantillons de *Bellerophon bilobatus* pourvus d'un sillon semblable.

Localités. — Puente de las Ovejas. Des échantillons plus petits et tout à fait identiques avec celui figuré par notre ami Sir Roderick Murchison, abondent dans la Sierra Morena. On les trouve particulièrement près d'Almaden et d'Almadenejos, à Huerta del Llano, à la Solana del Romeral, à la Ballestera, à la Loma del Herradero, dans la vallée qu'on appelle Valdeazogue, etc. Cette espèce est une des plus abondantes dans la division inférieure du système silurien, et principalement dans le grès de Caradoc. On la trouve en Bretagne aussi bien qu'en Bohême, en Angleterre et en Amérique. Dans ce dernier pays elle appartient au calcaire de Trenton et au groupe de Hudson river.

Bellerophon acutus, pl. XXVII, fig. 2.

B. acutus, Sow. in Murch., *Sil. syst.*, pl. 10, fig. 2, 1839.

Cette petite coquille se trouve à Huerta del Llano, près d'Almaden, et à la Solana del Romeral, près d'Almadenejos. De même que la précédente, elle caractérise en Angleterre les couches les plus élevées du système silurien inférieur. Dans le système silurien supérieur on trouve une espèce, le *B. carinatus*, qu'il est assez difficile d'en distinguer.

Theca triangularis.

Orthoceras triangularis, Portl., *Report on Londonderry*, pl. 28 A fig. 3, 1843.

L'échantillon que nous avons sous les yeux est tout à fait semblable à celui qu'a figuré M. Portlock dans son ouvrage sur la géologie du comté de Londonderry. En effet, on y voit les stries transverses très fines qu'il mentionne. La forme en est également sub-triangulaire. L'absence de cloisons sur tous les échantillons que possédait M. Portlock lui avait inspiré des doutes sur la véritable nature de ce corps. C'est dans l'ouvrage de M. Strzelecki sur l'Australie que MM. Sowerby et Morris proposèrent, en 1845, de réunir aux Ptéropodes, sous le nom de *Theca*, ces fossiles dont Ed. Forbes avait déjà entrevu les rapports, et qu'il plaçait dans le genre *Creseis*. Quelques-uns des *Creseis* de Forbes sont très différents, et ont été reconnus pour de véritables Orthocères. Ces corps sont très répandus dans le terrain silurien de Bohême. Près de 20 espèces y ont été découvertes par l'un de nous qui, en 1849, proposa de les ranger parmi les Ptéropodes sous le nom générique de *Pugiunculus*.

L'espèce d'Australie diffère à peine de celle d'Irlande et d'Espagne. Celle du Portugal, décrite par M. Sharpe sous le nom de *T. Beirensis*, paraît être lisse.

Gisement et localités. — De même qu'en Irlande, cette espèce, en Espagne, appartient à la division inférieure du système silurien, et a été trouvée à Puente de las Ovejas, près de Ciudad-Real.

Pleurotomaria Bussacensis.

P. Bussacensis, Sharpe, *Quat. Journ. geol. Soc.*, vol. IX, pl. 9, fig. 8, 1853.

Nous rapportons à cette espèce un échantillon malheureusement assez mal conservé, mais dont le test et la forme générale correspondent à la figure et à la description données par M. Sharpe.

Gisement et localités. — Cette espèce a été trouvée par M. C. de Prado à Puebla de Don Rodrigo, dans les couches siluriennes inférieures. M. Sharpe l'avait reçue du Portugal; elle s'y trouve à Bussaco, dans toute l'épaisseur du système silurien inférieur.

Ribeiria pholadiformis.

R. pholadiformis, Sharpe, *Quat. Journ. geol. Soc.*, vol. IX, pl. 9, fig. 17, 1853.

Il est encore bien difficile de dire ce qu'est cette coquille et de lui assigner sa véritable place. C'est évidemment une univalve qui n'est pas enroulée en spirale. M. Sharpe la compare à une Calyptrée qu'on presserait latéralement jusqu'à ce que les bords vinsent à se rencontrer, en laissant toutefois une étroite ouverture pour le pied de l'animal. Ces caractères s'observent parfaitement sur l'échantillon trouvé par M. C. de Prado, quoiqu'il soit moins bien conservé que celui de M. Sharpe.

Gisement et localités. — Il provient des environs d'Almaden. M. Sharpe l'a découvert en Portugal, et l'un de nous en Bohême, toujours dans les couches siluriennes inférieures.

Redonia Deshayesiana, Pl. XXVI, fig. 10, 10 a et 10 b.

R. Deshayesiana, Rouault, *Bull. Soc. geol. Fr.*, 2^e sér., vol. VIII, p. 364, fig. 1 et 2, 1851.

Coquille transverse, équivalve, très inéquilatérale, les crochets recourbés se trouvant presque à l'extrémité antérieure; surface à peu près lisse, couverte seulement de stries d'accroissement inégales. Les moules intérieurs de cette coquille, qu'on trouve assez souvent dans le terrain silurien inférieur, se font remarquer par une espèce de pilier en forme de coin qui s'élève sous le crochet de chacune des valves. Ce pilier nous représente l'emplacement qu'occupait le muscle antérieur, lequel était séparé de la cavité

générale de la coquille par une lame verticale. Sous les crochets, on voit à la charnière quelques petites crénelures qui rappellent les dents multiples des *Nucules*, mais qui semblent n'exister que sur une valve et n'avoir pu servir de moyen d'articulation.

Rapports et différences. — Nos échantillons paraissent identiques avec la figure donnée par M. Rouault, ainsi qu'avec le moule du Portugal, figuré par M. Sharpe. (*Quart. Journ. geol. Soc.*, vol. IX, pl. 9). Il n'en est pas tout à fait de même de la coquille revêtue de son test que ce dernier auteur a représentée (fig. 1, *a*), car elle porte une dépression oblique qui n'existe pas sur nos exemplaires. Ces derniers ont aussi les crochets plus terminaux, et, sous ce rapport, ils rappellent les coquilles du genre *Lithodomus*.

Localités. — Cette espèce se trouve très fréquemment dans les schistes de la division silurienne inférieure, à la Solana del Romeral, à la Ballestera, à Fontanosas, à Huerta-del-Llano, à las Navas, enfin beaucoup plus loin à l'est, savoir, à Santa-Cruz de Mudela et, dès l'origine de la Sierra Morena, entre Genave et Montiel, à peu de distance d'Alcazar. Elle a été décrite par M. Sharpe comme provenant du terrain silurien inférieur de la Serra de Busaco en Portugal, et se trouve aussi dans des schistes du même âge, à Vitré, à Gabard, à Monteneuf en Bretagne, et en Bohême.

Explication des figures.

Fig. 10. Moule de taille ordinaire vu du côté de la charnière.

Fig. 10 *a*. Individu avec le test.

Fig. 10 *b*. Moule de la valve gauche.

Redonia Duvaliana, Pl. XXVI, fig. 44, 44 *a* et 44 *b*.

R. Duvaliana, Rouault, *Bull. Soc. géol.*, vol. VIII, p. 365, fig. 4 et 2, 1854.

Cette espèce, très voisine de la précédente, est cependant moins inéquilatérale, moins transverse et plus renflée. Les crochets, placés aussi moins en avant, n'atteignent pas tout à fait l'extrémité de la coquille, et sont débordés par la lunule et le bord antérieur. Le test est lisse. Les moules intérieurs sont également remarquables par l'espèce de pilier cunéiforme, près du crochet, qui représente la profonde cavité où était logé le muscle antérieur. Le muscle postérieur est placé près de l'extrémité de la coquille, tandis que, selon M. Sharpe, il occuperait une position un peu plus

centrale. Ces moules sont beaucoup plus abondants que les individus revêtus de leur test. Nous avons représenté un de ces derniers sous la figure 41 *b*. Nous croyons du moins ne pas nous tromper, car cette coquille a été trouvée avec les moules de *Redonia*. Nous ne nous dissimulons pas qu'elle a les plus grands rapports avec certaines Nucules, genre dont les *Redonia* ne doivent pas d'ailleurs être bien éloignées. Le test est lisse.

Gisement et localités. — Cette espèce se trouve presque partout associée à la *R. Deshayesiana*, et caractérise, comme elle, les couches siluriennes inférieures.

Explication des figures.

Fig. 41. Individu de grandeur ordinaire vu de côté.

Fig. 41 *a*. Le même, vu du côté des crochets.

Fig. 41 *b*. Autre individu pourvu de son test.

Nucula Ribeiro, Pl. XXVII, fig. 6 et 6 *a*.

N. Ribeiro, Sharpe, *Quart. journ. geol. Soc.*, vol. IX, pl. 11, fig. 13, 1853.

Coquille subglobuleuse avec des crochets très proéminents; charnière courbe, pourvue de trois ou quatre dents antérieures et de dix ou douze postérieures plus petites, séparées des premières sous le crochet par un petit intervalle; muscle antérieur représenté sur le moule par une proéminence, qu'isole et entoure un sillon profond.

Rapports et différences. — La *N. Ribeiro*, à laquelle nous réunissons cette coquille, est à peu près de même taille; elle fait partie d'un petit groupe de Nucules, telles que les *N. Bussacensis* et *Beirensis*, remarquables par l'inégalité des impressions musculaires et par la crête qui séparait l'impression antérieure de la cavité occupée par le reste de l'animal.

M. Sharpe remarque avec raison que ce caractère rappelle le genre *Redonia*. Il ne paraît avoir été observé que dans les espèces des couches siluriennes les plus anciennes. La figure que Sir Roderick Murchison a donnée de l'*Arca Eastnori* semble indiquer que cette espèce a aussi sur le moule l'impression musculaire antérieure très saillante.

Gisement et localités. — La *N. Ribeiro* provient des schistes siluriens inférieurs de Fontanosas et de Santa-Cruz de Mudela. M. Sharpe la décrit de la Serra de Bussaco en Portugal. A May et

à Jurques en Normandie, on trouve dans les grès de Caradoc une Nucule qui semble être identique avec la *N. Beirensis*, Sharpe, peu distincte de la nôtre, mais qui cependant est toujours plus grande.

Nucula Costæ.

N. Costæ, Sharpe, *Quart. journ. geol. Soc.*, vol. IX, pl. 9, fig. 4.

On trouve à Santa-Cruz de Mudela des moules de Nucules qui paraissent être identiques avec l'espèce du Portugal, décrite par M. Sharpe.

Nucula Eschwegii.

N. Eschwegii, Sharpe, *Quart. journ. geol. Soc.*, vol. IX, pl. 9, fig. 10, 1853.

Cette espèce se trouve aussi dans le terrain silurien inférieur comme les précédentes, à Huerta-del-Llano, près d'Almaden. Elle y est rare.

Nucula Hopensacki, n. sp., Pl. XXVIII, fig. 8.

Coquille transverse, plus large que longue, à crochet terminal. Impressions musculaires très inégales; la postérieure étant à peine visible, tandis que l'antérieure est très profonde. 15 ou 16 dents cardinales, dont 3 ou 4 en avant du crochet, et 10 ou 11 en arrière, les premières étant plus grandes et plus obliques que les secondes.

Cette espèce est remarquable par la position de son crochet et sa forme transverse. Elle appartient à ce groupe de Nucules à impression musculaire antérieure très profonde, qu'on ne trouve que dans le terrain silurien inférieur. Dans les moules, cette impression se présente sous la forme d'un tubercule isolé, semblable à celui qu'on voit sur les valves des *Redonia*. Notre espèce se distingue des *N. Beirensis* et *Bussacensis*, Sharpe, par sa forme moins triangulaire et plus transverse.

Nous la dédions à M. Hopensack, l'ancien et habile directeur des mines d'Almaden.

Gisement et localités. — Elle provient du terrain silurien inférieur des environs d'Almaden.

Arca Naranjoana, n. sp., Pl. XXVI, fig. 12 et 12 a.

Coquille transverse, très inéquivalve, terminée en pointe obtuse du côté postérieur; traversée par une carène oblique, très arrondie

qui part du crochet et aboutit à l'extrémité postérieure. Entre cette carène et la partie antérieure, règne une dépression oblique peu prononcée qui occupe la région moyenne de la coquille. Crochets peu proéminents, séparés par une arca peu profonde, qui est destinée à recevoir le ligament. Charnière égale à la moitié de la longueur de la coquille, pourvue de petites dents placées en ligne droite. Les deux échantillons que nous possédons ne permettent pas d'en compter le nombre, mais il y en a au moins dix à douze du côté postérieur.

Nous ne connaissons, dans le terrain silurien inférieur, qu'une ou deux espèces d'*Arca*, et elles ne peuvent être confondues avec celle que nous dédions à notre ami, le professeur Naranjo, de Madrid.

Gisement et localités. — Cette coquille provient des schistes de la division silurienne inférieure et a été trouvée par l'un de nous dans les environs d'Almadenejos. M. Casiano de Prado l'a aussi rencontrée à la Ballestera et à la Solana del Romeral.

Cucullæa Caravantesi, n. sp., Pl. XXVII, fig. 5.

Coquille équivalve, globuleuse, à contour sub-trapezoïdal, rétrécie en avant, et élargie en arrière. Surface régulièrement bombée, sans carène ni sinus. Les crochets sont placés en avant, au tiers de la coquille, et peu écartés. Le muscle antérieur est arrondi. C'est le seul qui soit visible, et il ne l'est que par suite de l'enlèvement d'une partie du test qui a dû être assez mince. La surface extérieure est lisse ou couverte de quelques lignes d'accroissement peu marquées.

La charnière droite rappelle celle des Arches ou des Cucullées. Les crochets sont cependant plus rapprochés que dans la plupart des Cucullées, aussi n'est-ce qu'avec doute que nous plaçons notre coquille dans ce genre.

Il nous arrive ici ce qui a lieu à l'égard d'un grand nombre de lamellibranches du terrain paléozoïque. Quand on a des échantillons incomplets, on s'efforce de les rapporter à des genres connus; puis lorsque arrivent des échantillons meilleurs où l'on peut voir les dents et les autres caractères intérieurs, on reconnaît que, dans la plupart des cas, il y a nécessité de créer des genres nouveaux.

L'espèce que nous décrivons a beaucoup de rapport avec la *Cucullæa Hardingii*, Sow. (1). La forme de celle-ci est cependant

(1) La *C. Hardingii*, ainsi que toutes les Cucullées de Marwood

un peu différente ; son contour est plus régulièrement elliptique, et ses valves sont inégales. Cette considération, jointe à ce qu'elle appartient au terrain devonien, nous engage à donner un nouveau nom à l'espèce qui nous occupe. En conséquence, nous la dédions à l'un des hommes qui se sont occupés avec distinction des mines d'Almaden.

Gisement et localités. — Elle provient des couches siluriennes inférieures de las Heras, district de la Puebla de Don Rodrigo.

Cypriocardia Beirensis.

C. Beirensis, Sharpe, *Quart. Journ.*, vol. IX, pl. 9, fig. 16, 1853.

M. Casiano de Prado a découvert cette petite espèce aux environs d'Almadenejos, dans des couches du même âge que celles de Bussaco en Portugal.

Sanguinolites Pellicoi. n. sp., Pl. XXVII, fig. 4 et 4 a.

Coquille équivalve, inéquilatérale, close aux deux extrémités, à bords minces et tranchants. Sa forme générale est transverse et sa largeur double de sa longueur. Ses bords inférieur et supérieur sont légèrement arrondis ainsi que ses extrémités. Le test, en partie conservé sur un seul de nos échantillons, est mince, lisse ou orné de quelques stries d'accroissement. Les valves sont pourvues l'une et l'autre d'une dent mince placée immédiatement sous le crochet. Les impressions musculaires sont doubles. L'antérieure, placée près du bord sous le crochet, est arrondie, la postérieure plus grande et elliptique se trouve près du bord supérieur (1). L'empreinte du manteau, peu visible, paraît être entière et sans sinus. Outre les deux muscles ordinaires d'attache, on voit encore l'impression du muscle rétracteur du pied qui est placé sous le crochet, et celle de quatre autres très petits entre les muscles antérieur et postérieur.

Rapports et différences. — Ce n'est pas sans hésitation que nous plaçons cette coquille parmi les *Sanguinolites*, car dans la caractéristique de ce genre, M. McCoy dit que la coquille est légè-

dans le Devonshire doivent, selon M. McCoy, former un genre nouveau qu'il appelle *Dalabra*.

(1) C'est à tort que M. J. Hall (*Paleont. of New-York*, vol. II, p. 437) a cru pouvoir affirmer qu'aucune des bivalves trouvées dans les terrains anciens ne possédait de double impression musculaire.

rement bâillante, et souvent divisée par une côte oblique. Ce genre, d'ailleurs, n'est pas encore établi sur des caractères intérieurs bien observés; M. d'Orbigny le réunit aux *Pholadomyes*, mais nous doutons qu'il y ait observé le sinus palléal.

Quant aux genres *Edmondia* et *Allorisma*, auxquels on pourrait être tenté de rapporter notre espèce, tous deux sont dépourvus de dents à la charnière, et le second a un sinus palléal prononcé. Suivant M. le professeur King, le genre *Sanguinolites* doit, en partie, être réuni au genre *Edmondia*.

L'articulation des valves dans le *Sanguinolites Pellicoi* rappelle celle des *Périplomes* et des *Anatines*, mais ces deux genres s'en distinguent par un profond sinus palléal, et quant aux *Anatinelles*, qui n'ont pas ce sinus, le ligament est porté sur un cuilleron, saillant à l'intérieur, lequel aurait laissé sur nos moules une trace qui n'y existe pas.

L'*Unio umbonata*, Fisch., du terrain carbonifère de Russie, a assez d'analogie avec notre coquille ainsi que plusieurs des prétendues *Unio* du terrain houiller, rangées aujourd'hui, peut-être à tort, dans le genre *Cardinia*.

Gisement et localités. — Cette belle espèce que nous nous faisons un plaisir de dédier à notre ami, le professeur Pellico, se trouve, en Espagne comme en France, dans le terrain silurien inférieur. M. Casiano de Prado et l'un de nous, nous l'avons trouvée à Huerta del Llano et à la Solana del Romeral, près d'Almadenejos. Nous la possédons aussi de Siouville, dans le département de la Manche, où elle est accompagnée, comme en Espagne, par la *Calymene Tristani*.

Orthis vespertilio, Pl. XXVII, fig. 8.

O. vespertilio, Sow. in Murch., *Sil. syst.*, pl. 20, fig. 11, 1833.

Cette espèce, remarquable par la forme bombée et carénée de l'une de ses valves, est ornée de stries fines et dichotomes. Le moule intérieur que nous possédons est semblable à celui qui a été figuré par Sir Roderick Murchison. Elle est bien voisine de l'*O. biloba*.

Gisement et localités. — Cet *Orthis* provient des schistes siluriens inférieurs de la Ballestera, dans la Sierra Morena.

Orthis calligramma, Pl. XXVII, fig. 7 et 7 a.

O. calligramma, Dalm., *Vet. Acad. Handl.*, pl. 2, fig. 3, 1827.

Nous croyons pouvoir rapporter notre échantillon à l'*O. alli-*

gramma, espèce très abondante en Suède et en Russie, mais variable dans sa forme, et surtout dans le nombre de ses plis rayonnants. La valve ventrale est seulement ici un peu plus plate et montre un sinus un peu plus prononcé que dans les exemplaires qui proviennent du nord. On peut compter vingt-huit plis, nombre assez ordinaire dans l'*O. calligramma*.

L'*O. virgata*, Murch., n'est ou ne paraît être qu'une variété de cette espèce.

Gisement et localités. — C'est dans les couches siluriennes inférieures de Huerta del Llano qu'a été trouvé l'échantillon que nous figurons.

L'*O. calligramma* est, comme l'*Orthoceras duplex*, une des formes les plus caractéristiques du bassin silurien du nord de l'Europe, et sa présence dans la Péninsule mérite d'être particulièrement signalée.

Orthis testudinaria, Pl. XXVII, fig. 9, 9 a et 9 b.

O. testudinaria, Dalm., *Fet. Acad. Handl.*, pl. 2, fig. 4, 1827.

O. Bassacensis, Sharpe, *Quat. jour. géol. Soc.*, vol. IX, pl. 8, fig. 3.

Nous sommes portés à considérer ce moule comme appartenant à l'*O. testudinaria*, et à y réunir aussi l'échantillon du Portugal figuré par M. Sharpe sous le nom d'*O. Bassacensis*. Il en a la forme générale, et s'y rattache par sa structure intérieure aussi bien que par les stries de sa surface. Notre moule se distingue, d'ailleurs, par la forme des impressions musculaires, bien rendue par le dessinateur, et par un pointillé qu'il lui a été plus difficile d'exprimer à cause de sa délicatesse. Ces petits points enfoncés ont dû être produits dans le moule par les granulations de la surface intérieure des valves. Ce caractère, commun dans les *Leptæna*, est rare dans les *Orthis* et forme un lien de plus entre les deux genres. L'*O. Berthoisi*, Rouault, dont M. Sharpe a figuré l'intérieur, pl. 8, fig. 4, a les mêmes impressions musculaires que la nôtre, mais sa forme rétrécie vers la charnière l'en distingue aisément.

Gisement et localités. — Cette espèce provient de Fontanosas, dans la Sierra Morena, et caractérise en Espagne, aussi bien qu'en Portugal et ailleurs, l'étage silurien inférieur.

Obolus filus, Pl. XXVI, fig. 8.

Orbicula filosa, Hall., *Pal. of New-York*, vol. I, pl. 30, fig. 9, 1847.

Le seul grand individu que nous possédions de cette espèce est
Soc. géol., 2^e série, tome XII. 63

sub-orbiculaire et peu renflé. Le test luisant, sub-corné et de couleur noirâtre, est lamelleux et s'exfolie facilement. Les extrémités de ses feuilletts sont brisées, ce qui interrompt les stries rayonnantes, fines et régulières, qui couvrent sa surface. Sa taille est au moins double des échantillons d'Amérique. M. Hall remarque que les jeunes individus sont très bombés et deviennent graduellement plus déprimés à mesure qu'ils grandissent et avancent en âge. Cette observation nous engage à ranger dans la même espèce deux petites coquilles rondes, très convexes et finement striées, à crochet presque terminal, qu'on serait porté à considérer comme une espèce particulière à cause de leur forme bombée.

Rapports et différences. — C'est avec beaucoup d'hésitation que nous plaçons dans le genre *Obolus* cette coquille qui nous paraît devoir donner lieu, quand on en connaîtra l'intérieur, à la création d'un nouveau genre. En la rapportant, en 1847, au genre *Orbicula*, M. Hall ne se dissimula pas que sa surface, régulièrement striée, l'éloignait soit des *Orbicules*, soit des *Lingules*. M. Sharpe, après avoir proposé le genre *Trematis* pour l'*Orbicula terminalis* de M. Hall, voulut y réunir l'*Orbicula filosa*, mais à tort selon nous, puisque cette coquille ne présente pas, dans la valve inférieure, de fissure pour le pédoncule d'attache, caractère qui existe dans les *Trematis*, comme dans les *Orbicule*.

La place de cette coquille n'est donc ni parmi les *Orbicula*, ni parmi les *Trematis*; elle serait plus rapprochée des *Lingula* par l'égalité de ses valves, mais elle s'en distingue encore par sa forme orbiculaire, par ses stries prononcées, ainsi que par la structure écailleuse de son test. Les coquilles pour lesquelles, en 1829, M. Eichwald a créé le genre *Obolus*, petites en général, ont, comme celles qui nous occupent, un test luisant et noir, mais ce test n'est ni strié, ni écailleux. M. Davidson a cependant figuré deux espèces d'*Obolus* de Dudley, qui sont aussi grandes que nos coquilles d'Espagne et qui dans la forme ont avec elles la plus grande ressemblance (1). C'est probablement entre les *Lingules* et les *Obolus* que doit prendre place la coquille singulière que nous figurons ici.

Gisement et localités. — Le grand individu provient des schistes siluriens inférieurs de Puente de Las Ovejas. M. C. de Prado en possède un autre exemplaire dont la cassure montre, dit-il, que la coquille était assez épaisse. Les petits individus proviennent de la

(1) *Classification of the Brach.* p. 436. *Palæont. Soc.*, 1853.

Ballestera et de Huerta del Llano. Le genre *Obolus* ne se trouve, en Russie, que dans le terrain silurien inférieur.

Obolus Bowlesi, n. sp., Pl. XXVI, fig. 9, 9 a et 9 b.

Nous distinguons cette espèce de la précédente à cause de sa forme allongée et de son contour différent, mais elle est également striée, lamelleuse, et composée d'un test sub-corné. L'échantillon que nous figurons est pourvu de ses deux valves, dont l'une est un peu plus bombée que l'autre. Elles ont toutes deux conservé des traces de l'adhérence des muscles. Il semble que, consolidée par la matière que sécrétaient ces parties, la coquille soit devenue plus résistante en cet endroit; ce qu'il y a de certain, c'est que la décorcation n'a pas eu lieu sur le milieu des valves autant que sur les côtés, et qu'on voit se dessiner une saillie symétrique où l'on reconnaît les lamelles du test. Du côté du crochet, la coquille s'amincit et n'offre aucune trace de perforation.

Nous nous faisons un plaisir de dédier cette intéressante espèce à M. Bowles, l'un des naturalistes qui, dans le siècle dernier, ont fait de bons travaux en Espagne.

Gisement et localités. — Les deux échantillons que nous avons sous les yeux proviennent de Puebla de Don Rodrigo et de la Ballestera, localités situées dans le terrain silurien inférieur.

Explication des figures.

Fig. 9 et 9 a. Échantillon avec les deux valves et légèrement décorqué.

Fig. 9 b. Empreinte de la partie extérieure du test.

Echinosphærites Murchisoni, n. sp., Pl. XXVI, fig. 7.

Élargi à la partie supérieure, et terminé inférieurement par une espèce de tige ou pédoncule légèrement recourbé, ce fossile a la forme d'un calice. Sa coupe transverse est circulaire ou sub-elliptique. Il est, comme les *Echinosphærites*, composé d'un nombre considérable et indéterminé de plaques hexagones, dont l'ornementation est assez élégante. Elles n'ont ni des stries fines et nombreuses, comme dans *E. aurantium*, ni des pores géminés, comme dans *E. pomum*, mais leur surface est couverte de granulations saillantes, ou plus souvent de petites colonnettes couchées à côté les unes des autres. Les plaques, quand elles sont

enlevées, laissent une surface granuleuse qui indique qu'elles étaient intérieurement pourvues de petits trous ou points enfoncés.

Rapports et différences. — En 1829, M. de la Bèche a figuré dans les *Transactions de la Société géologique de Londres*, vol. III, pl. 20, un fossile bien voisin du nôtre. En 1841, M. Phillips, dans son ouvrage sur les fossiles paléozoïques du Devonshire, a appelé de nouveau l'attention sur ce même corps, et l'a fort judicieusement rapproché des *Echinosphærites* ou *Sphæronites*, en lui donnant le nom de *Sphæronites tessellatus*. Son échantillon, ainsi que celui de M. T. de la Bèche, provenait des environs de Saint-Mary-Church, dans le Devonshire. En 1845, l'un de nous décrivit un corps semblable, trouvé dans le terrain, probablement silurien, des environs de Bogoslofsk, dans l'Oural. (*Russia and Ural*, vol. II, p. 381.) Le *Sphæronites* ou *Echinosphærites tessellatus* a, comme notre espèce d'Espagne, une forme allongée et terminée en pointe. Il ne paraît en différer que par l'ornementation de ses plaques, qui, dans l'échantillon de Russie, paraissent être lisses, tandis que dans ceux du Devonshire, elles portent un tubercule au milieu, et quelques légères stries parallèles au bord. C'est à l'espèce de Russie qu'il faut réunir celle qu'en 1850 M. A. Roemer a figurée, comme provenant du terrain dévonien du Harz, et qu'il appelle dans son texte *Receptaculites*, et sur ses planches *Sphæronites rhombifer*.

En 1851, M. Bertrand Geslin présenta à la Société géologique de France un fossile très déformé, trouvé, à Poligné, dans le terrain silurien inférieur, et qu'à l'agencement de ses plaques nous reconnûmes pour appartenir aux Cystidées. (*Bull.*, vol. VI, p. 275.) Nous sommes portés à croire que c'est le même fossile pour lequel, plus tard, M. Marie Rouault a proposé le genre *Calyx* (*Bull.*, vol. VI, p. 368), bien que cet auteur n'ait point parlé des plaques polygonales caractéristiques des *Echinosphærites*. Comme le fossile de Bretagne se trouve dans le même terrain que celui de l'Espagne, il est possible qu'il appartienne à la même espèce.

Bien différent, par sa forme allongée, de la plupart des autres espèces, l'*Echinosphærites Murchisoni* peut être cependant, par rapport à l'*E. aurantium*, ce qu'est le *Caryocistites testudinarius* par rapport au *C. granatum*.

Cisement et localités. — Cette intéressante espèce a été trouvée par M. Casiano de Prado à la Solana del Romeral, près Almadenejos, dans les schistes siluriens inférieurs. M. Sharpe possède

aussi un échantillon d'Echinosphærite mal conservé, et provenant du terrain silurien inférieur de Bussaco en Portugal.

Tentaculites scalaris, Pl. XXVII, fig. 10.

T. scalaris, Schloth., *Petref.*, pl. 29, fig. 6, 1820.

Ce corps, composé de cônes tronqués échelonnés au-dessus les uns des autres, comme les compartiments d'une lunette de spectacle, paraît n'être que l'intérieur du *Tentaculites annullatus*, qui est orné de renflements en forme d'anneaux. Suivant M. Richter, ce serait dans le genre *Cornulites* qu'il faudrait le ranger.

La nature de ces *Tentaculites* est encore assez énigmatique. Considérés par quelques savants comme de jeunes *Orthocères*, ils ont été, en général, ou laissés parmi les corps *incertæ sedis*, ou rapportés à la classe des *Crinoïdes*. M. Salter ayant fait remarquer avec raison qu'ils n'ont pas de pièces articulées, comme les encrines (1), Sir Roderick Murchison a proposé, en 1854, de les considérer comme des animaux voisins des *Dentales* (*Siluria*, p. 200). De son côté, M. le professeur Richter, dans un mémoire fort intéressant sur les *Tentaculites* du Thuringerwald, publié en 1854 par la Société géologique de Berlin, vol. VI, p. 276, les range parmi les *Ptéropodes*, près des *Crescis* et des *Cuvieria*.

Gisement et localités. — Assez abondante dans le grès de Caradoc, en Angleterre, cette espèce se retrouve dans des grès siluriens inférieurs de la mine de Entredicho, à Valdeazogue, près d'Almadenejos. Elle y est associée au *Trinucleus Goldfussi* et au *Bellerophon bilobatus*.

On rencontre, soit dans les couches siluriennes supérieures d'Angleterre, soit dans le terrain dévonien de la Normandie et de la Bretagne, des *Tentaculites* qu'il est bien difficile de ne pas considérer comme de la même espèce.

Bilobites, Dekay.

Ces plantes, dont les caractères sont encore mal connus, ont été appelées successivement *Bilobite* par Dekay, *Cruziana* par M. d'Orbigny, et *Rasophycus* par M. Hall. Elles sont souvent en Espagne les seuls fossiles que l'on rencontre dans le terrain silurien infé-

(1) On peut ajouter qu'ils n'ont pas la cassure cristalline propre à tous les crinoïdes.

rieur. M. Casiano de Prado les connaît à la Puebla de la Muger Muerta (province de Madrid); près Tamames, dans la Sierra de Francia (province de Salamanque); à el Hospital del Obispo, au centre de la Sierra de Guadalupe (province de Caceres); à Castuera, province de Badajoz; à Almaden, dans toute la partie supérieure de la Sierra de Castilseras, depuis la chapelle de Notre-Dame del Castillo jusqu'au pont de la rivière de Valdeazogues; sur le chemin d'Almadenejos; à Brazatortas, près Alendia (province de Ciudad Real); à Fuente el Fresno, dans la même province, et au Puerto de San Pablo, en allant de Navalpino à Tolède.

En France, ces fossiles se trouvent dans les couches les plus élevées du terrain silurien inférieur, particulièrement dans le grès de Caradoc; en Amérique, ils appartiennent au grès de Medina, et surtout au Clinton Group, que l'un de nous, dans son analyse comparée des terrains d'Amérique et l'Europe (1), a considéré comme faisant partie de l'étage silurien supérieur.

TERRAIN DÉVONIEN.

Phacops latifrons.

Calymen latifrons, Bronn, *Zeitsch. für min.*, 1825, pl. 2, fig. 1-4.

Nous n'avons sous les yeux que des fragments de la tête et du pygidium de cette espèce. Ils proviennent de Herrera del Duque, de Guadalperal, et de Castillejo, entre Almadenejos et Almaden, où ils ont été trouvés dans des roches dévoniennes. Nous rappelons que la même forme a déjà été signalée, sur le même horizon, par MM. Casiano de Prado et l'un de nous, à Sabero (Roy. de Léon), et dans les Asturies. Comme le *Phac. latifrons* est l'espèce la plus caractéristique et la plus commune dans toutes les contrées dévoniennes, nous nous bornons à dire qu'elle a été signalée en Angleterre, en France, en Allemagne, etc.

(1) *Bull. Soc. géol.*, vol. IV, p. 646. — A l'époque où nous avons publié notre note sur le parallélisme des terrains de l'Amérique avec ceux de l'Europe, le *Pentamerus oblongus*, qui abonde dans les couches du groupe de Clinton, était considéré en Angleterre comme une espèce du terrain silurien inférieur. Aujourd'hui, on sait qu'il ne se trouve que dans la partie supérieure du grès de Caradoc (*gray hill sandstone*) que M. Sedgwick rattache au silurien supérieur, et que Sir R. Murchison considère comme formant le passage de l'un des étages siluriens à l'autre. Cette rectification vient confirmer la classification que nous avons adoptée pour l'Amérique.

Dalmanites laciniata, Pl. XXVIII, fig. 1 et 1 a.

Pleuracanthus laciniatus, G. F. Roemer, *Rhein. überg.*, pl. 2, fig. 8.

Paradoxides Grotei, F. A. Roemer, *Verst. der Harzg.*, pl. 11, fig. 11.

Nous rapportons à cette espèce une tête et un pygidium trouvés aux environs d'Almaden. La tête offre ici, en avant de la glabellle, un limbe qui est peut-être un peu plus développé que dans l'échantillon figuré par M. Ferdinand Roemer, et presque aussi large que dans le *Dalmanites arachnoidea*. Le pygidium, de son côté, a des pointes un peu plus grêles que dans l'espèce du Rhin, et ressemble tout à fait, au contraire, à la variété du Harz, que M. Adolphe Roemer a figurée sous le nom de *Paradoxides Grotei*.

Rapports et différences. Parmi les espèces de *Dalmanites* pourvues d'appendices épineux au pygidium, il y en a qui ont l'extrémité de l'axe lisse, et d'autres où cette extrémité est pourvue d'une épine. Le *D. laciniata* appartient au premier groupe; aussi croyons-nous que M. Sandberger y a réuni à tort une espèce où l'axe est terminé par une épine.

Le premier groupe, sans épine à la pointe du pygidium, comprend trois espèces: les *D. arachnoidea*, *laciniata* et *sublaciniata*.

Le deuxième groupe, dans lequel l'axe du pygidium se termine par une pointe ou épine, comprend le *D. calliteles* (*Cryphaeus*, Green) et le *D. stellifer*. Le pygidium alors offre onze épines au lieu de dix.

Gisement et localités. — Cette espèce provient des couches dévoniennes de Chillon, près d'Almaden. Sur les bords du Rhin et dans le département de la Sarthe, elle caractérise les couches dévoniennes inférieures.

Dalmanites sublaciniata, Pl. XXVIII, fig. 2, 2 a, 2 b.

D. sublaciniata, Fern., *Bull. soc. géol.*, vol. VII, p. 778.

Nous n'avons encore de cette espèce qu'une tête et un pygidium. La tête n'offre pas de limbe en avant de la glabellle, et celle-ci touche presque au bord. On remarque aussi que le deuxième sillon de la glabellle est court, et n'atteint pas le sillon dorsal, ainsi que nous l'avons déjà vu dans *D. Neillarti*. Le pygidium se distingue de celui de l'espèce précédente par sa forme bombée en travers, et par ses pointes épaisses et courtes. Il y a toujours cinq

pointes de chaque côté du pygidium, comme dans le groupe des *Dalmanites* auquel appartient le genre *Cryphaeus*, mais les deux dernières pointes sont plus éloignées l'une de l'autre qu'elles ne le sont dans le *D. luciniata*, parce que l'axe est plus large.

Gisement et localités. — Viña de Ayllon et Guadalperal, près d'Almaden. Cette espèce, de même que toutes celles dont le pygidium est armé de pointes, ne se trouve que dans le terrain dévonien. Elle n'est pas très rare, en France, dans les couches inférieures de ce terrain, et elle a été rencontrée, pour la première fois, dans le département de la Sarthe.

Explication des figures.

Fig. 2, Échantillon provenant de Ayllon.

Fig. 2 a. Tête trouvée à Guadalperal.

Fig. 2 b. Échantillon provenant du département de la Sarthe.

Dalmanites stellifer, Pl. XXVIII, fig. 3.

Phacops stellifer, Barm., *Organis. der Trilob.*, pl. 4, fig. 8, 1843.

M. Casiano de Prado a été assez heureux pour trouver un pygidium de cette espèce, qui, de même que les échantillons de l'Eifel, porte de chaque côté cinq pointes grêles, et une plus courte à l'extrémité. Cette dernière circonstance et la forme grêle des pointes distingue facilement cette espèce du *Dalmanites* (*Cryphaeus*) *cailliteles* de l'Amérique.

Gisement et localités. — L'échantillon provient du terrain dévonien de Guadalperal, et se trouve avec un *Pleurodyctium*. Cette espèce n'est pas rare dans l'Eifel.

Explication des figures.

Eig. 3. Pygidium dépourvu de son test.

Homalotus Pradolanus.

H. Pradolanus, Vern., *Bull., Soc. géol.*, vol. VII, pl. 3, fig. 4.

Nous reconnaissons ce trilobite d'après deux fragments du pygidium, reproduisant tous les traits caractéristiques, principalement les tubercules et les granulations dont cette grande espèce était ornée. Comme elle a été déjà figurée, dans un mémoire de M. Casiano et de l'un de nous, sur le terrain dévonien de Sabero (Léon), nous nous abstenons d'en donner une nouvelle figure.

Gisement et localités. — Cette espèce se trouve dans le terrain dévonien inférieur de Guadalperal, près d'Almaden, et de Colle dans le royaume de Léon.

Cyrtoceras Lujani, n. sp., Pl. XXVII, fig. 11.

Coquille présentant la forme d'un tube faiblement courbé, et à contour légèrement elliptique. Son plus grand diamètre, mesuré du dos au ventre, ne dépasse le plus petit que d'environ un vingtième. Le siphon, petit, est placé à peu près au centre de la coquille, et les cloisons ont en profondeur un peu moins du quart de leur diamètre. Les ornements extérieurs, d'une rare élégance, consistent en stries longitudinales filiformes, écartées d'environ 1 millimètre, entre lesquelles se dessinent des stries transverses plus fines et plus serrées. Au point de rencontre des deux systèmes de stries, il existe un tubercule presque imperceptible. Les stries transverses, légèrement obliques, s'infléchissent en avant ou vers l'ouverture, en passant sur le ventre ou côté convexe de la coquille. On distingue, en outre, quelques larges anneaux transverses, écartés et à demi effacés, qui suivent la même inflexion que les stries.

Rapports et différences. — La forme générale de cette coquille et la nature de ses ornements la distinguent des autres espèces de *Cyrtoceres*. Nous sommes heureux de la dédier à notre ami, M. Fr. de Lujan, géologue distingué, qui, général et ministre, n'a cessé de cultiver et de protéger les sciences.

Gisement et localités. — Elle provient des calcaires dévoniens de Herrera del Duque, au N.-N.-E. de Puebla de Alcocer, près de la rivière Guadiana (Estramadure).

Capulus compressus, Pl. XXIX, fig. 1.

Pileopsis compressa, Goldf., *Petref.*, pl. 168, fig. 18, 1844.

Nous rapportons avec doute cette coquille à l'espèce de Goldfuss, dont le bord columellaire paraît être plus comprimé, ce qui lui donne un profil plus cordiforme. L'ensemble des autres caractères et l'existence d'une carène grossière sur le milieu des tours de spire dans notre échantillon, comme dans l'espèce de l'Eifel, nous engagent, cependant, à les réunir.

Gisement et localités. — L'unique échantillon que nous possédions vient des couches dévoniennes de Guadalperal, qui sont du même âge que les grès et schistes inférieurs de l'Eifel.

Capulus? cassideus, Pl. XXIX, fig. 2.

Pileopsis cassidea, d'Arch. et Vern., *Geol. trans.*, vol. VI, pl. 34, fig. 10, 1842.

Cette petite coquille offre à peu près la forme régulière d'une Carinaire ou d'une Ancylo. L'échantillon que nous avons figuré, il y a treize ans, était complètement privé de son test. Celui que nous figurons aujourd'hui est encore un moule, mais il a conservé l'empreinte d'une partie du test. Nous en possédons un individu complet trouvé à Néhou, en France, sur lequel on distingue des stries assez prononcées, parallèles à l'ouverture, qui séparent les lignes de points enfoués que nous figurons ici. La quille ou carène est également plus saillante que sur le moule.

Rapports et différences. — Par la nature de ses ornements, cette coquille a peu d'affinités avec les *Capulus* et pourrait peut-être former un genre nouveau. Le *Capulus psittacinus* de M. Sandberger semble être assez voisin du nôtre. La différence d'ornementation peut tenir à un état de conservation plus parfait.

Gisement et localités. — Cette espèce provient des grauwackes dévoniennes de Guadalperal. A Kemmenau sur le Rhin; comme à Néhou, en France, elle se trouve à la partie inférieure du terrain dévonien. Elle a été aussi rencontrée à Pratt's Fall (État de New-York) dans des roches du même âge.

Explication des figures.

Fig. 2. Individu de grandeur naturelle.

Fig. 2a. Le même. grossi.

Avicula lævis, Pl. XXIX, fig. 4.

Pterinea lævis, Goldf., *Petref.*, pl. 119, fig. 1, 1840.

Le fossile que nous figurons ici nous paraît être identique avec l'espèce des bords du Rhin décrite par Goldfuss. C'est également une coquille bombée, oblique, ayant des oreillettes inégales, et convertie de stries d'accroissement faiblement marquées. Comme l'un de nos échantillons est pourvu de ses deux valves, nous avons pu reconnaître qu'elles sont légèrement inégales, et que la gauche est un peu plus bombée que la droite.

Rapports et différences. — Il y a dans les argiles schisteuses de Marcellus, aux États-Unis, une petite *Avicula*, que M. Hall a

nommée aussi *A. laevis*, et qui paraît être moins oblique et moins bombée que la nôtre.

Gisement et localités. — Cette espèce a été trouvée dans les grès dévonien, mêlés de quelques couches calcaires, à Chillon et à Casa de la Vega, près d'Almaden. Les échantillons de Goldfuss provenaient des psammites de Kemmenau.

Avicula Pailletti, n. sp. Pl. XXIX, fig. 3.

Nous ne connaissons de cette espèce qu'une valve qui est très bombée et ornée de 6 côtes, les deux du côté antérieur étant plus rapprochées que les autres. Ces côtes paraissent avoir été garnies d'épines comme dans la *Pterinea spinosa*, Phill. L'intervalle entre les côtes est orné de stries transverses et de stries longitudinales très fines. L'oreillette antérieure est séparée du reste de la coquille par un profond sillon, et est moins développée que l'oreillette postérieure. Cette dernière n'offre à la surface que des stries transverses.

Rapports et différences. — On ne peut disconvenir que cette espèce ne soit très voisine de la *Pterinea costata*, Goldf., et de la *P. spinosa*, Phill., mais elle s'en distingue par l'absence de stries rayonnantes sur l'oreillette postérieure. Par les épines dont les côtes étaient ornées, elle se rapproche plus de la *P. spinosa* que de l'espèce de Goldfuss, dont les côtes paraissent être lisses.

Nous dédions cette espèce à notre ami M. Paillette, dont les recherches persévérantes ont beaucoup contribué à avancer la géologie de l'Espagne.

Gisement et localités. — Elle provient des grès et grauwakes dévonien de Chillon et de Guadalperal. La *Pterinea costata*, son analogue, caractérise, en Belgique et sur les bords du Rhin, la partie inférieure du terrain dévonien, c'est-à-dire l'étage rhénan.

Avicula Leplatyi, n. sp., Pl. XXIX, fig. 6.

Coquille inéquilatérale, très oblique et peu bombée. Les crochets presque terminaux ne sont dépassés que par une oreillette antérieure courte, presque perpendiculaire à la ligne cardinale et séparée de la coquille par une dépression assez prononcée comme dans l'*A. Pailletti*. L'oreillette postérieure n'atteint pas l'extrémité de la coquille dont la forme est arrondie. Les deux valves sont légèrement inégales quant à l'épaisseur, mais elles ont la même forme et sont également couvertes de stries rayonnantes.

fines, légèrement saillantes, assez écartées et inégales. Sur l'oreillette postérieure, les stries sont plus fines et plus serrées.

Rapports et différences. — L'*A. perobliqua* et surtout l'*A. Boydii*, découvertes par M. Conrad dans le terrain dévonien d'Amérique, rappellent assez notre espèce, mais la première a l'oreillette postérieure entièrement lisse, et la seconde offre des stries transverses qui, à leur rencontre avec les stries rayonnantes, sont écailluses et festonnées, tandis que, sur l'espèce d'Espagne, on remarque à peine quelques faibles anneaux d'accroissement. On pourrait aussi rapprocher de l'*A. Leplayi*, la *Pterinea lineata*, Goldf., et l'*A. subradiata*, Sow., mais l'une a l'oreille postérieure prolongée au-delà du corps de la coquille, et l'autre l'a entièrement lisse.

Gisement et localités. — Cette espèce provient du terrain dévonien de Chillon, près d'Almaden. Nous sommes heureux de la dédier au savant géologue qui a publié un des premiers et des meilleurs mémoires qui aient été faits sur la Sierra Morena, et pour lequel nous professons la plus haute estime.

Avicula subcrinita, n. sp., Pl. XXIX, fig. 5.

Coquille petite, globuleuse, très oblique et très inéquivalve, de forme légèrement transverse, et d'environ $\frac{1}{5}$ plus large que longue. Le crochet est presque terminal. L'oreillette antérieure très courte, au lieu de se prolonger suivant la ligne cardinale, comme dans beaucoup d'Avicules, lui est presque perpendiculaire et est séparée par un sillon du corps même de la coquille. L'oreillette postérieure, au contraire, s'unit avec celle-ci et son bord supérieur est droit. La plus grande épaisseur de la coquille est plus près de la charnière que du bord inférieur. Cette espèce est rare et nous n'en connaissons malheureusement qu'une seule valve, dont la surface est ornée de stries rayonnantes sub-égales, très fines, très régulières, à sommet plat et séparées par des sillons filiformes peu profonds mais très étroits. Sur le bord, on compte 11 stries dans l'espace de 5 millimètres.

Rapports et différences. — Le caractère principal de cette espèce consiste dans la forme et la finesse de ses stries, qui la rapprochent de l'*A. crinita*, Roemer. Celle-ci toutefois est moins oblique; son bord postérieur s'incline rapidement vers le bas, de sorte que la coquille paraît tronquée postérieurement et n'offre pas l'oreillette si bien marquée dans notre Avicule.

Gisement et localités. — Le seul échantillon que nous possédions a été trouvé dans le calcaire dévonien de Herrera del Duque, avec

le *Cyrtoceras Lujani*, le *Spirifer paradoxus* et le *Chonetes sarci-nulata*. L'*A. crinita*, Roemer, appartient au calcaire dévonien supérieur du Harz.

Avicula Schulzii, n. sp., Pl. XXVIII, fig. 7.

Coquille inéquivalve, très inéquilatérale, légèrement oblique, plus longue que large, dans la proportion de 4 à 3, et assez déprimée, l'épaisseur n'étant que le quart de la longueur. L'oreillette antérieure est rudimentaire. On remarque en général, dans les Avicules dévoniennes d'Espagne, que cette oreillette est peu développée; mais ici elle est presque nulle. Les deux valves ne sont pas semblables, l'une étant assez bombée, et l'autre plate. La valve bombée est ornée de stries concentriques, tandis que la valve plate offre des côtes rayonnantes bien prononcées. Les stries concentriques sont fines et espacées, les côtes rayonnantes arrondies et séparées par des intervalles dont la largeur est à peu près égale à leur épaisseur. Elles ne s'étendent pas sur l'oreillette. Cette dernière, moins prolongée que le côté postérieur de la coquille, en est séparée par une courbe rentrante bien marquée.

Rapports et différences. — Cette espèce se distingue facilement par la dissemblance qu'offrent ses valves, tant sous le rapport de la forme que sous celui des ornements. Nous la dédions au savant inspecteur général des mines d'Espagne, M. Schulz, qui vient de publier une carte très détaillée, et levée par lui-même, de la province d'Oviedo, jadis la principauté des Asturies.

Gisement et localités. — Cette intéressante espèce a été découverte par M. Casiano de Prado dans les couches dévoniennes de Chillon et de Guadalperal.

Outre les Avicules que nous figurons ici, on en trouve encore plusieurs autres dans le terrain dévonien de la Sierra Morena, telles que l'*A. fasciculata*, Goldf., l'*A. Damnoniensis*, Sow., l'*A. Neptuni*, Goldf. Enfin, on rencontre à Guadalperal une Avicule dont les valves sont très inégalement ornées. L'une a des côtes rayonnantes arrondies et séparées par des intervalles deux fois plus larges que celles-ci, tandis que l'autre n'a que des côtes ou stries fines. Dans l'une, on ne compte que trois ou quatre côtes sur un intervalle de 10 millimètres; dans l'autre, on en compte douze ou quinze. Cette espèce, qui nous paraît nouvelle, ressemble assez à l'*A. Neptuni*, quand on ne voit que la valve à côtes espacées. Il faut avoir les deux valves pour reconnaître en quoi elle s'en distingue. Les fragments que nous rapportons à l'*A. Neptuni* appar-

tiennent peut-être à l'espèce qui nous occupe et que nous nous proposons de figurer, quand nous en aurons un individu plus complet.

Cette dernière espèce peu oblique est grande et a 5 centimètres de longueur.

Terebratula Orbignyana, Pl. XXVIII, fig. 9 et 9 a.

T. Orbignyana, Vern., *Bull. Soc. geol.*, vol. VII, pl. 3, fig. 10, (1850.)

Les premiers échantillons que l'on ait trouvés de cette espèce provenaient de Sabero (Léon) et nous avaient été envoyés par M. Casiano de Prado. Nous n'avions pu donner qu'une figure de la coquille extérieure et nous avons fait remarquer en quoi elle différait de la *T. Hæhtenbergii*, avec laquelle elle avait le plus de rapports. A peu près à la même époque, M. d'Orbigny, dans son *Prodrome*, donnait le nom de *Hemithyris subwilsoni* à une coquille très voisine de la nôtre, mais sans la décrire ni la figurer. Plus tard, M. Davidson ayant visité le Cotentin où cette coquille se trouve en abondance, en ayant recueilli lui-même de bons échantillons et en ayant reçu d'autres de M. de Gerville, put en faire connaître la structure intérieure et extérieure (*Annals and magazin of natural history*, 1852). Ce n'est qu'à partir de cette époque que l'espèce a pu être fixée et le nom accepté. Si donc, on croyait devoir réunir un jour l'*Hemithyris subwilsoni* à la *T. Orbignyana*, c'est le dernier nom qui devrait être conservé comme étant le plus ancien. Nous croyons toutefois que ces deux espèces sont différentes. À l'extérieur, la *T. Orbignyana* diffère de la *T. subwilsoni* par ses plis souvent dichotomes, et surtout par un sillon qui divise le bourrelet de la petite valve (la valve dorsale, selon M. Owen). À l'intérieur, si l'on compare la figure de notre espèce avec celle que M. Davidson a donnée de la *T. subwilsoni*, on remarque une légère différence dans la disposition des muscles.

En 1853, M. Schuur, dans sa description des brachiopodes de l'Éifel (*Dunker et Meyer Palæontographica*), a publié sous le nom de *T. pila* une espèce dont plusieurs variétés semblent presque former un passage vers la *T. Orbignyana*. M. Sandberger (*Sitzungsberichte der Kais. Akad. der Wissensch.*, vol. VII, p. 102) vient de nous donner une figure très exacte de l'intérieur de la *T. pila* (*Rhynchonella pila*). Nous n'y voyons aucune différence avec la structure interne de la *T. Orbignyana*. À l'extérieur, les plis de l'échantillon figuré par M. Sandberger sont divisés par faisceaux,

mais ce n'est qu'une variété qui doit être assez rare, si l'on en juge par les figures qu'a publiées M. Schnar, et qui se rencontre quelquefois aussi dans la *T. Orbignyana*.

Gisement et localités. — Cette espèce, comme la *T. subwilsoni*, appartient à la partie inférieure du terrain dévonien. Abondante dans les montagnes de Léon, elle est rare dans la Sierra Morena. Elle a été trouvée par M. Casiano de Prado à Guadalperal, et par nous à Castillejo, non loin d'Almaden.

Terebratula Mariana, n. sp., Pl. XXIX, fig. 8, 8^a.

Coquille d'assez grande taille, plus longue que large, bombée, mais cependant ayant un peu moins d'épaisseur que de largeur. Elle est ornée de plis longitudinaux, aigus et tellement recourbés sur les côtés qu'ils deviennent presque perpendiculaires au bord. Ces plis sont au nombre de cinq dans le sinus et de cinq ou six sur le bourrelet; on en compte treize ou quatorze sur les côtés. Le crochet de la grande valve est toujours brisé. Sur les moules on voit la place de deux petites lamelles courtes qui divergent à partir du crochet; les muscles, peu puissants, ont laissé peu de traces. Le moule de la valve ventrale indique qu'elle était pourvue d'une crête médiane qui s'avancait jusqu'au quart de la coquille.

Rapports et différences. — Cette espèce a beaucoup de ressemblance avec les *Terebratula Pareti*, Vern., et *Dalcidensis*, Roem., mais elle s'en distingue par le nombre toujours plus considérable de ses plis et par sa taille plus grande. La *T. Pareti* n'a que trois plis au sinus et quatre ou cinq sur les côtés. Ces derniers sont aussi moins recourbés. Dans la *T. Dalcidensis*, il y en a six ou sept sur les côtés et trois au sinus.

Nous croyons pouvoir réunir à notre espèce une Térébratule de l'Éifel figurée par M. Schnur sous le nom de *T. Stricklandi* (1), Sow. in March., et qui a quelques plis de plus au sinus. Ce rapprochement nous a portés à étudier de nouveau la Térébratule figurée par M. Murchison dans son *Silurian System*. Quoique les couches où elle se trouve soient plus anciennes que celles où se rencontre la *T. Mariana*, il est certain qu'elle a la plus grande analogie avec cette dernière. Elle nous paraît cependant pouvoir

(1) Dunker et Meyer, *Palæontographica*, vol. III, pl. 23, fig. 2.

s'en distinguer par sa moindre taille, ses côtés plus élargis, sa forme moins élancée, et son crochet plus petit.

Gisement et localités. — La *T. Mariana* est la coquille la plus abondante dans les grès jaunâtres et les grauwakes tendres qui composent la plus grande partie des roches dévoniennes des environs d'Almaden. On l'y trouve ordinairement à l'état de moule. Celle que nous avons figurée est pourvue de son test, ce qui n'arrive que lorsque les couches contiennent un peu de calcaire. Nous avons des échantillons qui proviennent des localités suivantes près d'Almaden : Puerto del Ciervo, Cercones de Carbadillo, Guadalperal, Casa-de-la-Vega.

Terebratula undata, Pl. XXIX, fig. 7.

Terebratula undata, DeFrance, *Dict. des sc. nat.*, vol. LIII, p. 155.

Coquille arrondie, un peu plus large que longue, ornée de stries transverses, concentriques, régulières et légèrement écailleuses. Ces stries ne s'aperçoivent pas sur les moules qu'on trouve aux environs d'Almaden, mais on peut en voir la trace sur les empreintes. La grande valve (valve ventrale) est pourvue d'un sillon qui part du crochet et auquel correspond sur l'autre valve un bourrelet très prononcé.

Rapports et différences. — Cette espèce a été établie il y a déjà longtemps par M. DeFrance, pour des coquilles très abondantes dans les calcaires dévoniens de la Normandie et de la Bretagne. Voisine de la *T. concentrica*, Buch, elle s'en distingue par son profond sinus, mais elle appartient comme elle au petit groupe de Térébratules à stries concentriques, caractérisées par l'absence de deltidium, par une ouverture ronde, placée au crochet, qui se ferme quelquefois, et par la présence de spires calcaires à l'intérieur. Le terrain dévonien du nord de l'Espagne est riche en espèces de ce groupe, et dans un mémoire précédent, l'un de nous en a déjà figuré un assez grand nombre, telles que les *T. hispanica*, *Ezquerria*, etc. (1).

M. Alc. d'Orbigny a proposé, en 1847, de donner le nom de *Spirigera* à toutes les Térébratules pourvues de cônes spiraux calcaires, placés horizontalement comme dans les *Spirifers*. Nous croyons que c'est attribuer trop d'importance à ce caractère, car alors viennent se ranger dans un même genre des coquilles très

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., vol. II, p. 459 (1845).

différentes les unes des autres par la forme du crochet, celle de l'ouverture et par les ornements, telles que les *T. concentrica*, Buch, *T. ferita*, Buch, *T. serpentina*, Kon., *T. Haidingeri*, Barr., ou une variété qu'on trouve en Espagne, *T. mucronata*, Vern., *T. Toreno*, Vern., *T. Collettei*, Vern., *T. tumida*, Dalm., *T. scalprum*, Roem., *T. herculea*, Barr.

M. Davidson, dans son bel ouvrage sur la classification des brachiopodes (*Palaeont. Society*, 1853), propose de ranger toutes ces espèces dans les deux genres, *Athyris*, M^c Coy, et *Spirigera*, d'Orb.; mais en plaçant dans le premier les espèces lisses et à crochet non perforé, telles que les *T. tumida*, *herculea* et *scalprum*, il laisse encore dans le second un ensemble très hétérogène. Nous préférons donc continuer à désigner, sous le nom de Térébratules, ces espèces à stries concentriques, ayant pour type la *T. concentrica* et dont nous avons fait jadis un petit groupe à part (1).

Gisement et localités. — Cette espèce se trouve à Vallenegrillo, et y a été découverte par M. Eusebio Sanchez, ancien directeur des mines d'Almadencjoz. Elle caractérise, en France et sur les bords du Rhin, la partie inférieure du terrain dévonien (2).

Leptaena Phillipsi, Pl. XXVIII, fig. 10 et 10 a; et Pl. XXIX, fig. 9 et 9 a.

Leptaena Phillipsi, Barr., *Brachiopoden von Böhmen*, pl. 31, fig. 10 et 11, 1847.

Coquille assez déprimée près du crochet, et légèrement renflée jusqu'au milieu de sa longueur, où elle se recourbe presque à angle droit. La plus grande largeur est à la charnière. L'aréa surbaissée est crénelée dans toute son étendue, comme dans les *L. anglypha* et *Dutertii*. L'ouverture étroite et lancéolée est fermée par un deltidium. La grande valve, celle qui a la plus grande aréa (la valve ventrale), est convexe, et l'autre la suit dans

(1) *Géologie de la Russie*, vol. II, p. 49.

(2) Pendant que ces feuilles s'impriment, nous recevons une brochure de M. Fr. Sandberger, extraite du procès-verbal des séances de l'Académie impériale des sciences de Vienne (vol. XVIII, p. 102), dans laquelle l'auteur figure de très beaux moules internes de la *T. undata* provenant de la grauwacke des bords du Rhin. Nous avons recueilli à Néhou des moules semblables sur lesquels l'impression musculaire, en forme de lancette, que M. Sandberger figure sur les deux valves, paraît n'appartenir qu'à la plus grande.

sa courbure. La surface est ornée de stries rayonnantes, filiformes, légèrement recourbées sur les côtés de la coquille. En les suivant du crochet vers les bords, on voit, au milieu des espaces qui les séparent, naître d'autres stries d'égale grosseur, mais qui ne se rattachent pas aux premières par dichotomie. Enfin, les intervalles de ces stries principales sont ornés d'autres stries plus fines. On en compte quatre ou six dans chaque intervalle. Les stries principales sont plus rapprochées vers les bords de la coquille que dans la région du crochet.

Les moules bien conservés, qu'on trouve en Espagne, permettent d'étudier l'intérieur de cette espèce. La grande valve offre des impressions musculaires très développées, entourées d'une saillie dont les extrémités partent de la base des dents et viennent, suivant un contour demi-circulaire, se réunir au milieu de la valve, là où elle commence à se replier sur elle-même. Le point où se terminent les impressions musculaires est, comme dans les *Productus*, celui où la coquille change un peu de contour ou de forme. La place du muscle adducteur se voit des deux côtés d'une petite crête médiane. Les grandes impressions musculaires sont découpées en forme de lanières. Le reste de la coquille est couvert de petites granulations, excepté sur la région médiane, où l'on distingue des sillons longitudinaux laissés peut-être par les vaisseaux du manteau.

La petite valve, c'est-à-dire la valve à petite aréa (aujourd'hui la valve dorsale), offre, sous les crochets, un appareil divisé en deux lobes qui ressemblent à des dents. Cet appareil, qui existe dans plusieurs des *Leptaena* que certains paléontologistes appellent *Strophomena*, tels que le *L. alternata*, etc., aurait, selon M. Davidson, servi de point d'attache aux muscles cardinaux. De là naît une légère arête médiane, qui sépare deux paires de cicatrices, où, selon M. Davidson, étaient logés les muscles adducteurs. Les cicatrices antérieures offrent des dessins ramifiés qui rappellent ce que l'on voit souvent dans les *Productus*. Le reste de la valve est tapissé de petites granulations qui, pour certains paléontologistes, indiquent la place des ovaires.

Rapports et différences. — Bien que nous réunissions la coquille et les moules que nous venons de décrire avec le *L. Phillipsi*, nous devons convenir que l'identité n'est pas complète. La forme de notre coquille est presque géniculée, tandis que le *L. Phillipsi* est plus régulier dans sa courbure.

A cet égard, elle rappelle le *L. imbrex*, Pand., auquel on serait tenté de la réunir, si l'intérieur de cette dernière coquille, figuré par M. Davidson, n'était très différent de celui que nous représen-

tons ici. La forme des impressions musculaires, dans le *L. Phillipsi*, rappelle un peu l'organisation de l'*Orthis hipparionyx*, Schuur.

Dans le *L. cuglyphus*, espèce encore très voisine de la nôtre, les valves ont une position inverse, c'est-à-dire que la valve à grande arête ou valve ventrale est concave, tandis qu'ici elle est convexe.

Gisement et localités. — Cette belle espèce provient des grès et psammites dévoniens inférieurs de Guadalperal. L'espèce type de M. Barrande appartient aux couches siluriennes supérieures, et diffère un peu, comme nous l'avons dit, de la variété dévonienne.

Pleurodyctium problematicum (1), Goldfuss, *Petref. Germ.*, vol. I, Pl. 38, fig. 18.

Gisement et localités. — Caractérise les couches dévoniennes inférieures de Guadalperal (Sierra Morena), de Llana et d'Alaje (Leon), et se trouve dans les localités suivantes : Néhon, Eifel, Hartz, bords du Rhin, Torquay, État d'Indiana. Il existe une variété plus grande que M. Dumont a rapportée cette année du terrain dévonien de Constantinople.

Favosites cervicornis, Blainy., sp.; Milne Edwards et J. Haime, *Brit. foss. corals*, pl. 48, fig. 2.

Gisement et localités. — Guadalperal (Sierra Morena), Ferroñes et Consejo de Blavera (Asturies). B. est, Mons, Eifel, Hartz, Turquie d'Europe.

Aceroularia Pradoana, n. sp., Pl. XXIX, fig. 10.

Voisine des *A. pentagona* et *Goldfussi*, dont elle se distingue surtout par le diamètre de ses murailles internes, qui est beaucoup plus grand relativement à celui des polypières. De 28 à 32 rayons septo-costaux, alternativement inégaux, droits, très minces. Grande diagonale des polypières, 6 ou 7 millimètres; diamètre des murailles internes, près de 3 millimètres.

Gisement et localités. — Terrain dévonien de Chillon (Sierra Morena).

(1) Notre ami, M. Haime, qui connaît si bien les polypiers, a bien voulu déterminer et décrire les quatre espèces suivantes.

Combophyllum Marianum, n. sp., pl. XXVIII, fig. 11 et 11a.

Nous signalons sous ce nom une espèce qui ne nous est connue que par les empreintes de ses faces inférieure et supérieure. Elle diffère évidemment du *C. Leonense*, Vern. et Haimé. Sa taille est plus grande, et ses côtes relativement plus fines et plus nombreuses. Plusieurs de ces côtes suivent une direction un peu oblique de chaque côté de l'une d'entre elles, qui est plus développée que les autres. Leur nombre total varie de 76 à 90, tandis qu'on en compte seulement une cinquantaine dans le *C. Leonense*. La fossette septale est ici moins prononcée, la portion lisse du plancher beaucoup plus étendue, et les cloisons étroites sont alternativement très inégales.

Gisement et localités. — Terrain dévonien de Guadalperai dans la Sierra Morena.

Liste des fossiles du terrain paléozoïque du centre de l'Espagne et particulièrement de la Sierra Morena (1).

TERRAIN SILURIEN.

DIVISION INFÉRIEURE.

FAUNE PRIMORDIALE.

1. *Ellipsocephalus Pradolanus*, nob. — Cortijos de Malagon, au N.-O. de Ciudad-Real.

FAUNE SECONDE.

2. *Placoparia Tourneminei*, Rou., sp. — Almadenejos ; Huerta del Llano ; la Ballestera ; Puente de las Ovejas, sur le Guadiana, à 3 lieues de Ciudad-Real ; Pardos, près de Molina de Aragon. — *Angers, la Couyère, Vitré, Neffiez.* Ce genre a été d'abord découvert en Bohême.
3. *Cheirusus Marianus*, nob. — Puente de las Ovejas.
4. *Homalonotus rarus*, Cord., sp. — Près d'Almadenejos. — *Grès de May, en France, et monts Drabow, en Bohême.*
5. *H. Brongniarti*, Desl., sp. — La Ballestera, à l'E. de Almadenejos, près d'Almaden. — *Grès de May, en France.*
6. *Calymene pulchra*, Barr. — Puente de las Ovejas. — *Étage D en Bohême.*
7. *C. Tristani*, Brong. — La Ballestera ; Fontanosas ; Huerta del

(1) Les localités en lettres italiques sont situées hors de l'Espagne.

Llano; Almaden, près de l'entrée de la galerie la plus profonde d'assèchement des mines, et derrière l'hôpital; entre la casa de la Vega et Santa-Eufemia; la Caracollera, entre Valdeazogues et Fontanosas; Herrera del Duque; Fuenlabrada de los Montes de Toledo; Horcajo de los Montes, province de Tolède; Nava-Entresierra, entre la sierra de Guadalupe et le Tage; Puente de las Ovejas et Pauleta, près de Ciudad-Real; entre Genave et Montiel, à l'O. de Alcaraz; Pardos, près de Molina de Aragon. — *En France, à Angers, Bain, Vitré, Carot, etc.*

8. *C. Arago*, Rou. — Val de Mosillo; la Ballestera; la Solana del Romeral; Puente de las Ovejas; Horcajo de los Montes, province de Tolède; Pardos. — *En France, la Couyère, Carot, la Hunaudière et Vitré. — En Bohême, étage D.*
9. *C. transiens*, nob. — La Solana del Romeral; Fontanosas.
10. *Dalmanites socialis*, Barr. — Fuenlabrada; la Solana del Romeral; la Ballestera. — *En Bohême, monts Drabow, Vesela, dans tout l'étage D. — En France, Poligné, Bain.*
11. *D. Downingia*, Murch. — La Ballestera; Fontanosas; Brazator-tas et Almadencjos. — *En Angleterre, dans les étages de Caradoc, Wenlock et de Ludlow.*
12. *D. Vetillarti*, Rou. — La Ballestera. — *En France, Vitré, Cahard, Angers, Bain, etc.*
13. *D. Torrubiæ*, nob. — La Ballestera; Puente de las Ovejas.
14. *D. Phillipsi*, Barr. — Peralejo; la Ballestera; Huerta del Llano, près Chillon; et sur le chemin d'Almaden à los Palacios de Guadalmez. — *En Bohême, dans l'étage D.*
15. *D. Dujardini*, Rou. — Peralejo. — *En France, Poligné et May.*
16. *Lichas Hispanica*, nob. — Puente de las Ovejas.
17. *Trinucleus Goldfussi*, Barr. — Almadencjos et Peralejo. — *Bohême, étage D.*
18. *Asaphus nobilis*, Barr. — Puente de las Ovejas, près de Ciudad-Real; Brazator-tas; Fontanosas; la Ballestera; la Solana del Romeral; Huerta del Llano; et las Navas, près de Herrera del Duque. — *En Bohême, dans tout l'étage D.*
19. *A. Cianus*, nob. — Huerta del Llano.
20. *A. glabratus*, Shar., sp. — Brazator-tas; la Ballestera et Retamosa. — *Portugal.*
21. *A. contractus*, nob. — La Solana del Romeral et Puente de las Ovejas.
22. *Ilænus Hispanicus*, nob. — Huerta del Llano; la Solana del Romeral; la Ballestera; Horcajo de los Montes, province de Tolède.
23. *I. Sanchezi*, nob. — La Ballestera; Madroñal.
24. *Orthoceratites duplex*, Wahl. — La Solana del Romeral; Huerta del Llano. — *Suède et Russie.*
25. *Orthoceratites*. — Quelques fragments, mal conservés, à siphon petit et central, et à cloisons écartées, rappelant l'*O. regularis*. Ces fragments sont assez communs dans les schistes siluriens inférieurs de la sierra Morena.

26. *Lituites intermedius*, nob. — Environs d'Almadenejos.
27. *Bellerophon bilobatus*, Sow. in Murch. — Puente de las Ovejas, près de Ciudad-Real; Huerta del Llano; Solana del Romeral; la Ballestera; Horcajo de los Montes de Toledo. — *Angleterre, Bretagne, Amérique.*
28. *B. acutus*, Sow. in Murch. — Huerta del Llano; Solana del Romeral. — *Angleterre.*
29. *Theca triangularis*, Portl. — Puente de las Ovejas. — *Irlande.*
30. *Pleurotomaria Bussacensis*, Shar. — Puebla de don Rodrigo. — *Portugal.*
31. *Ribeiria photadiformis*, Shar. — Almaden. — *Portugal, Bohême.*
32. *Rodonta Deshayesiana*, Rou. — Solana del Romeral; la Ballestera; Santa-Cruz de Mudela; près d'Alcaraz, à l'origine de la sierra Morena. — *Bretagne, Bohême.*
33. *R. Duvaliana*, Rou. — Environs d'Almaden. — *Bretagne.*
34. *Nucula Ribeiro*, Shar. — Fontanosas; la Ballestera. — *Portugal.*
35. *N. Costæ*, Shar. — Santa-Cruz de Mudela. — *Portugal.*
36. *N. Eschwegi*, Shar. — Huerta del Llano. — *Portugal.*
37. *N. Hopensacki*, nob. — Valle d'Almaden.
38. *Arca Nuranjoana*, nob. — Almadenejos; la Ballestera; Solana del Romeral.
39. *Cucullæa Caravantesi*, nob. — Las Heras, district de la Puebla de don Rodrigo.
40. *Cypriocardia Beirensis*, Shar. — Almadenejos. — *Portugal.*
41. *Sanguinolites Pellicoi*, nob. — Huerta del Llano; Solana del Romeral.
42. *Orthis vespertilio*, Sow. — La Ballestera. — *Angleterre.*
43. *O. calligramma*, Dalm. — Huerta del Llano. — *Angleterre, Suède, Russie, etc.*
44. *O. testudinaria*, Dalm. — Fontanosas; Alamillo. — *Suède, Amérique, etc.*
45. *Leptaena sericea?* Sow. — Valle d'Almaden; El Viso, à 2 lieues de la venta de Cardenas, au N. de la Carolina. — *Angleterre, Amérique, etc.*
46. *Chonetes striatella?* (*Orthis id.*, Dalm.). — Humbria de la Cerrata, près d'Almadenejos. — *Suède.*
47. *Obolus filosus* (*Orbicula id.*, Hall.). — Puente de las Ovejas; la Ballestera; Huerta del Llano. — *Amérique.*
48. *O. Bowlesi*, nob. — La Ballestera; Puebla de don Rodrigo.
49. *Echinospherites Murchisoni*, nob. — Solana del Romeral.
50. *Tentaculites scalaris*, Schl. — Valdeazogues. — *Suède, Angleterre.*
51. *Synocladia hypnoides*, Shar. — Defensa de Castilsera. — *Portugal.*
52. *Graptolithus spiralis*, Barr. — Arroyo del Lapis, près de Ciudad-Real. — *Bohême.*

53. *G. Halli*, Barr. — Puente Moreno, sur le Jabalon. — *Bohême*.
 54. *G. priodon*. — Gargantiel. — *Bohême, France*.
 55. *G. palmeus*, Barr. — Collines près de Gargantiel. — *Bohême*.
 56. *Bilobites*, Dekay (*Cruziana*, d'Orb.). — Très abondant dans la Sierra Morena.

TERRAIN DÉVONIEN.

1. *Phacops latifrons*, Bronn. — Herrera del Duque; Guadalperal; Castillejo, entre Almaden et Almadenejos. — *Eifel*, etc.
 2. *Dalmanites laciniata*, F. Roem., sp. — Chillon. — *Bords du Rhin*.
 3. *D. sublaciniata*, Vern. — Viña de Ayllon et Guadalperal. — *Département de la Sarthe, en France*.
 4. *D. stellifer*, Burm., sp. — Guadalperal. — *Eifel*.
 5. *Homalonotus Prudoanus*, Vern. — Guadalperal; Sabero (Léon).
 6. *Orthoceratites vermicularis*, Vern. — Casa de la Vega; Chillon. — *Russie*.
 7. *Orthoceratites*, 2 ou 3 espèces indéterminables. — Environs d'Almaden et d'Herrera del Duque.
 8. *Cyrtoceras Lujani*, nob. — Herrera del Duque.
 9. *Bellerophon*, moules indéterminables. — Guadalperal; Vallengrillo.
 10. *Capulus compressus*, Goldf. — Guadalperal. — *Eifel*.
 11. *C. cassidus* (*Pileopsis id.*, d'Arch. et Vern.) — Guadalperal. — *Bords du Rhin; Normandie; Amérique*.
 12. *Pleurotomaria catenulata*, d'Arch. et Vern. — Chillon. Espèce voisine du *P. Feanii*. — *Bords du Rhin*.
 13. *Natica subcostata*, Goldf. — Près d'Almadenejos. — *Paffrath*.
 14. *Cucullæa unitaterâlis*, Sow. — Puerto del Ciervo, au nord d'Almaden. — *Devonshire*.
 15. *Avicula Pailletci*, nob. (voisine des *A. costata* et *spinosa*). — Guadalperal; Chillon.
 16. *A. fasciculata*, Goldf. — Environs d'Almaden. — *Bords du Rhin*.
 17. *A. levis*, Goldf. — Chillon; Casa de la Vega. — *Bords du Rhin*.
 18. *A. subcristata*, nob. — Herrera del Duque.
 19. *A. Leplayi*, nob. — Chillon.
 20. *A. Damnoniensis*, Sow. — Val mayor, une lieue de Fuenlabrada, près d'Herrera del Duque. — *Devonshire*.
 21. *A. Schulzi*, nob. — Guadalperal; Chillon.
 22. *A. Neptuni*, Goldf. — Guadalperal; Puerto del Ciervo. — *Eifel*.
 23. *Grammysia Hamiltonensis*, Vern. — Chillon. — *Normandie, Bords du Rhin, État de New-York*.
 24. *Mytilus dimidiatus* (*Cardium id.*, Goldf.) *Inoceramus Chemungensis*, Conrad. — Chillon. — *Eifel, État de New-York*.
 25. *Nacula*, espèce indéterminable. — Environs d'Almaden.
 26. *Terebratulula reticularis*, Schloth. — Castillejo; Léon; Asturies. — *Russie, Eifel, Angleterre, Amérique, etc.*

27. *T. aspera*, id. — Puerto del Ciervo. — *Ibid.*
28. *T. undata*, Defr. — Vallenegrillo ; Levanza, province de Palencia. — *France, bords du Rhin.*
29. *T. concentrica*, Buch. — Chillon ; Castillejo. — *Eifel, France, Amérique.*
30. *T. Archiaci*, Vern. — Une lieue au S. d'Almaden ; Chillon. (Ce ne sont que des moules, dont quelques-uns ressemblent à la *T. caiqua*, Vern.) — *Bords du Rhin, Bretagne.*
31. *T. Pareti*, Vern. — Puerto del Ciervo ; Chillon ; Léon ; Asturies.
32. *T. Mariana*, nob. — Puerto del Ciervo ; Cercones de Carbadillo ; Guadalperal ; Casa de la Vega.
33. *T. Oliviani*, Vern. (voisine de la *T. strigiceps*, Roem.) — Vallenegrillo ; Chillon ; montagnes de Léon.
34. *T. Orbignyana*, Vern. — Castillejo ; Guadalperal ; Sabero (Léon).
35. *Strygocephalus Burtini*, Defr. — Environs d'Almaden. — *Oural, Eifel, Devonshire.*
36. *Spirifer subspectiosus*, Vern. (*S. Rousseau?*, Rou.) — Vallenegrillo.
37. *S. paradoxus* (*Terebratula id.*, Schl.) ; *S. macropterus*, Goldf. — Guadalperal ; Herrera del Duque. — *Bords du Rhin.*
38. *S. tenticulum*, Vern. et Keys. — Chillon. — *Russie.*
39. *S. Bouchardi*, Murch. — (Il se distingue du *S. Pellico* en ce qu'il a le bourrelet divisé. La variété de la Sierra Morena est plus grande que celle de Ferques, et ressemble assez au *S. Cobedanus*, Vern., de Sabero.) — Puerto del Ciervo ; Cabeza del Buey, Ferques, près de Boulogne.
40. *S. Rojazi*, Vern. — Guadalperal. (Espèce à plis dichotomes très ornés, déjà trouvée à Sabero.)
41. *S. Verneuli*, Murch. — Vallenegrillo ; Puerto del Ciervo ; couvent de Chillon ; Casa de la Vega ; Cabeza del Buey ; Fuenlabrada. — *Devonshire, Prusse.*
42. *S. Trigeri*, Vern. — Castillejo. — *Département de la Sarthe.*
43. *S. heteroclitus*, Defr. — Guadalperal ; montagnes de Léon. — *Eifel, Normandie.*
44. *Orthis orbicularis*, Vern. — Castillejo ; Sabero (Léon) ; Asturies.
45. *O. striatula*, Schloth. — Chillon ; Castillejo ; Léon et Asturies. — *Eifel, France et Amérique.*
46. *O. Benumonti*, Vern. — Environs d'Almaden ; montagnes de Léon. — *Bords du Rhin.*
47. *O. hipparionix*, Schnur. — Castillejo, Guadalperal. — *Bords du Rhin.*
48. *O. devonica*, d'Orb. — Puerto del Ciervo ; Léon et Asturies. — *France et bords du Rhin.*
49. *Leptaena Dutertrii*, Murch. — Casa de la Vega ; Chillon ; Castillejo ; Cabeza del Buey. — *Ferques.*
50. *L. Murchisoni*, d'Arch. et Vern. — Guadalperal ; Cerro del Hinojo ; montagnes de Léon et des Asturies. — *Bretagne et*

bords du Rhin. (Elle est caractérisée par les fines stries longitudinales dont les côtes sont ornées.)

54. *L. Sedgwicki*, d'Arch. et Vern. — Guadalperal; Vallenegrillo. — *Bords du Rhin.*
52. *L. Phillipsi*, Barr. — Guadalperal. — *Bohême, dans le terrain silurien.*
53. *Chonetes sarcinulata*, Schl. — Val mayor, à une lieue de Fuenlabrada; Herrera del Duque; couvent de Chillon. — *Bords du Rhin et Devonshire.*
54. *Productus Murchisonianus*, Kon. — Chillon; Guadalperal; Casa de la Vega; Valmayor, près de Fuenlabrada; montagnes de Léon. *Russie, Prusse, France, Angleterre, Amérique.*
55. *Productus*, espèce indéterminée à tubes extrêmement grêles. — Chillon, Guadalperal.
56. Tige d'encreine, enroulée comme à Nehou—Guadalperal.
57. *Ctenocrinus*. Une partie des bras. — Guadalperal.
58. *Favosites cervicornis*, Blainv., sp. — Guadalperal. — *France.*
59. *Aceroularia Pradoana*, J. Haime. — Chillon.
60. *Combophyllum Marianum*, J. Haime. — Guadalperal.
64. *C. Leonense*, Vern. et J. Haime. — Guadalperal; Sabero, dans les montagnes de Léon.
62. *Pleurodyctium problematicum*, Goldf. — Guadalperal; Sabero. *Bords du Rhin, France, Angleterre, Constantinople, Amérique.*

On voit par ce tableau que, grâce aux actives recherches de M. Casiano de Prado, nous commençons à pouvoir nous former une idée de la paléontologie du centre de l'Espagne. Il n'a pu visiter encore qu'une partie de cette vaste région, et les nombreux fossiles qu'il a découverts promettent à ses successeurs une abondante récolte. En effet, la liste que nous avons dressée avec les matériaux qu'il nous a fournis, porte à 56 le nombre des espèces siluriennes et à 62 celui des espèces dévoniennes.

Nous terminerons par un rapide coup d'œil jeté sur le tableau qui précède, en nous efforçant de faire saisir les rapports et les analogies que les fossiles nous permettent d'établir entre les terrains paléozoïques de l'Espagne et ceux de l'Europe et de l'Amérique.

Terrain silurien. — On sait que ce terrain se divise en deux étages assez distincts. C'est à l'étage inférieur que se rapportent presque tous les fossiles de la Sierra Morena, car sur 56 espèces, 33 sont connues dans les couches siluriennes inférieures des autres parties de l'Europe. On y compte 23 espèces de trilobites, dont les plus généralement répandues sont : *Calymene Tristani*, *C. Arago*, *Placoparia Tourneminci*, *Asaphus nobilis*, et *Ilæ-*

nas Hispanicus. Les trois premières sont aussi des espèces communes en Bretagne, la quatrième appartient à la Bohême, et la cinquième semble être propre à l'Espagne, mais on ne peut se dissimuler qu'elle a les plus grands rapports avec des *Illænus* qui se rencontrent en Portugal et en Bretagne, et qu'on a souvent de la peine à l'en distinguer.

9 espèces, ou environ le tiers de la somme totale, nous ont paru nouvelles et propres à l'Espagne. Voici sous quels noms nous les avons désignées : *Ellipsocephalus Prudomus*, *Cheirurus Marianus*, *Calymene transiens*, *Dalmanites Torrubie*, *Lichus Hispanica*, *Asaphus Cianus*, *A. contractus*, *Illænus Hispanicus*, *I. Sanchezi*. Un autre tiers se compose d'espèces déjà connues dans l'ouest de la France, ce sont : *Placoparia Tourneminei*, *Homalonotus rarus*, *H. Brongniarti*, *Calymene Tristani*, *C. Arago*, *Dalmanites socialis*, *D. Vetillarti*, *D. Dujardini*. Enfin, 6 espèces ont été rencontrées en Bohême, savoir : *Homalonotus rarus*, *Calymene pulchra*, *Dalmanites socialis*, *D. Phillipsi*, *Trinucleus Goldfussi* et *Asaphus nobilis*.

Les espèces les plus communes peuvent se poursuivre jusqu'en Portugal, et il paraît que dans les environs de Coimbre et de Busaco on trouve les *Calymene Tristani* et *Arago*, le *Placoparia Tourneminei*, etc..., aussi fréquemment qu'en Espagne.

Au milieu de ce groupe de trilobites, tous caractéristiques du terrain silurien inférieur, se distingue une espèce, *Calymene Downingiæ*, qui, en Angleterre, a son principal gisement dans le terrain silurien supérieur, et qui ne descend pas au-dessous des premières assises du grès de Caradoc. Cette espèce, qui aurait ainsi vécu pendant deux époques successives, que caractérisent en général un ensemble d'animaux différents, vient s'ajouter à celles qu'à déjà citées Sir Roderick Murchison, et qui semblent relier ensemble les deux grandes divisions du terrain silurien. De semblables traits d'union nous paraissent devoir exister entre tous les terrains qui se succèdent immédiatement, et il n'est pas impossible que les idées admises par quelques personnes sur les brusques et totales rénovations du monde organique aient empêché de les reconnaître.

Après les trilobites viennent les céphalopodes, qui sont peu nombreux en Espagne. Ils se réduisent à une Lituite et à quelques Orthocères difficiles à déterminer, parmi lesquels cependant nous avons reconnu l'*O. duplex*, espèce qui appartient au type silurien de la Suède et de la Russie, beaucoup plus qu'à celui de la Bretagne et de l'Angleterre, avec lequel, sous d'autres rapports, l'Espagne a cependant plus d'analogie.

A la suite des céphalopodes, notre liste contient deux espèces de Bellérophons, dont l'un, le *B. bibeatus*, n'est pas moins abondant en Espagne qu'en Bretagne, en Angleterre et en Amérique.

Parmi les gastéropodes, qui sont à peine représentés par deux ou trois espèces, nous signalerons un genre singulier, encore énigmatique, que M. Ribeiro a découvert en Portugal, et que M. Sharpe a nommé *Ribeiria photadiformis*. Cette singulière coquille avait été trouvée par l'un de nous, en Bohême.

Plus nombreux, les lamellibranches siluriens d'Espagne comptent 10 espèces, dont la plus abondante est le *Redania Deshayesiana*, petite coquille qui se distingue par la profondeur de la cavité destinée à recevoir le muscle antérieur. Elle se trouve dans presque toutes les localités fossilifères et est toujours accompagnée de véritables Nucules, dont plusieurs offrent le même caractère qui se traduit sur les moules par la présence, à la place du muscle, d'un tubercule isolé légèrement conique. Quelque rare qu'il soit de voir un genre, qui vit encore, remonter jusqu'à une époque aussi reculée, il faut reconnaître ici que non-seulement la présence du genre Nucule est incontestable à l'époque silurienne, mais que le nombre des espèces en est déjà assez considérable. En effet, on en compte 4 en Espagne, 8 en Portugal, et plusieurs en Bretagne et en Angleterre. Quant au genre *Redania*, qui a été découvert en Bretagne, il existe aussi en Portugal. Il ne suit pas seulement la bande silurienne du littoral de l'Océan, mais on le retrouve en Bohême avec le *Ribeiria photadiformis*.

Les brachiopodes siluriens sont rares en Espagne de même qu'en France, ce qu'il faut attribuer à la petite proportion de l'élément calcaire. Nous n'avons pu reconnaître que 3 espèces d'*Orthis*, qui toutes trois sont caractéristiques du terrain silurien inférieur, savoir : *O. vespertilio*, *O. calligramma* et *O. testudinaria*. Le genre *Leptæna* n'est représenté que par le *L. sericea*, espèce très répandue dans les dépôts du même âge, soit en Angleterre, soit en Amérique. On ne compte qu'un seul *Chonetes*, le *C. striatella* qui, de même que le *Dalmanites Downingia*, se rencontre ordinairement dans les couches siluriennes supérieures.

Une forme particulière de brachiopode à test noir, corné, lamelleux, que nous rapprochons des *Obolus*, mérite une attention particulière, car elle n'a encore été trouvée qu'en Espagne et en Amérique. Les valves de cette coquille, égales et non perforées, la rapprochent des Lingules; mais la forme générale, les stries qui la recouvrent et la nature écailleuse du test, l'en distinguent

suffisamment. Sa forme rappelle celle des *Orbicules*; mais elle manque de l'ouverture pédonculaire propre à ce genre.

Pour compléter cette revue rapide de la faune silurienne d'Espagne, nous avons à citer d'abord une espèce d'*Echinospharites*, l'*E. Murchisoni*, qui, par sa forme allongée, diffère des espèces les plus répandues dans le terrain silurien inférieur, et rappelle assez l'*E. tessellatus* du terrain dévonien, puis 4 espèces de *Graptolithus*, et enfin un *Tentaculites*. Si les *Graptolithes* sont exclusivement des animaux siluriens, il n'en est pas de même des *Tentaculites* qui appartiennent aussi au terrain dévonien. L'espèce d'Espagne paraît être la même que celle qu'on trouve en Angleterre et en Suède. Elle provient de Valdeazogues et y est associée au *Trinucleus Goldfussi*. Les grès de cette localité, analogues à ceux de Caradoc, sont probablement supérieurs aux psammites et schistes à *Illænus* et à *Asaphus*. En réunissant le *Chonetes striatella* au *Dalmanites Downingiæ*, nous avons, dans l'étage silurien inférieur de l'Espagne, 2 espèces qui, ailleurs, se trouvent dans l'étage supérieur.

Quant à la flore de cette époque, elle est aussi peu connue en Espagne que dans les autres contrées siluriennes. L'existence d'une végétation terrestre y est encore problématique. On a trouvé, à la vérité, quelques débris que l'on croit appartenir à des arbres qui auraient vécu sur un sol émergé. Ils sont, en général, trop mal conservés pour être déterminés, et nous sommes portés à croire que ce ne sont, comme les *Bilobites*, que des végétaux marins. En effet, ces espèces de fucus ou de plantes marines qu'on appelle *Bilobites* ou *Cruziana* abondent en Espagne, principalement, comme en France, dans des grès analogues au grès de Caradoc. Quelque obscurité qui règne sur leur véritable nature, ils n'en sont pas moins d'une utilité incontestable dans la détermination de l'âge des couches, et dans un pays aussi bouleversé c'est souvent la seule boussole qui guide les pas incertains du géologue. M. Casiano de Prado a trouvé des *Bilobites* dans beaucoup de points de la Sierra-Morena, et en a même découvert dans la Sierra-Guadarrama au N. de Madrid, où les fossiles sont si rares. Les échantillons d'Espagne ont la plus grande analogie avec ceux des États-Unis que M. Hall a figurés sous le nom de *Rusophycus bilobatus* et de *Palæophycus*; mais ces derniers appartiennent au grès de Medina et au *Clinton group* que l'un de nous a proposé de placer à la base du terrain silurien supérieur (1), tandis qu'en Espagne

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., vol. IV.

c'est vers le haut de l'étage silurien inférieur que nous les rencontrons. Hâtons-nous toutefois d'ajouter que les limites de ces deux étages sont assez difficiles à préciser, surtout en Espagne, et qu'il n'est pas impossible que les plantes marines de l'époque silurienne y occupent la même position qu'en Amérique.

Terrain silurien supérieur. — M. Casiano de Prado n'a trouvé dans la Sierra Morena que deux fossiles qu'on puisse rapporter au terrain silurien supérieur, mais nous avons vu qu'ils proviennent de couches appartenant réellement à une époque plus ancienne. L'étage supérieur du terrain silurien existe pourtant dans la Sierra Morena, mais seulement par lambeaux, et réduit aux schistes ampéliteux qui sont caractérisés par des Graptolites et le *Cardiola interrupta*. Nous le connaissons à 25 ou 30 kilomètres au N.-E. de Cordoue, et il ne serait pas impossible qu'on dût y rapporter quelques-unes des localités où M. Casiano de Prado a recueilli des Graptolites.

Terrain dévonien. — Quand l'étage des schistes ampéliteux à *Cardiola* n'existe pas, alors le terrain silurien inférieur est immédiatement recouvert par le terrain dévonien. Les 62 espèces que nous avons pu déterminer dans ce dernier terrain, et dont nous donnons la liste, indiquent, en général, le commencement des dépôts dévoniens, c'est-à-dire ces roches inférieures, que les géologues allemands appellent grès à *Spirifer* ou grauwacke ancienne, et auxquelles M. Dumont a donné le nom de *système rhénan*. En effet, nous y pouvons compter 25 espèces déjà connues comme caractéristiques des couches de cette époque. On y voit bien aussi figurer quelques espèces de l'Eifel ou de la partie moyenne du terrain dévonien, et même 2 ou 3 espèces encore plus élevées, identiques avec celles de Ferques en France, mais il n'y en a aucune de cette partie supérieure, caractérisée par les Goniatites et les Clymenes, qui est si développée en Westphalie, dans le duché de Nassau, et dans les Pyrénées. L'absence de ces couches se fait également remarquer dans la Bretagne et la Normandie.

Personne n'ignore que le plus grand développement des trilobites a eu lieu à l'époque silurienne, et que le nombre de ces animaux diminue, à mesure qu'on s'en éloigne, ou qu'on s'élève dans la série des terrains. Cette loi se confirme en Espagne, car, au lieu de 23 espèces, que nous avons dans le terrain silurien, nous n'en comptons plus ici que 5. De ce nombre, 2 sont caractéristiques des couches inférieures du terrain dévonien, ce sont les *Dalmanites laciniata* et *sublaciniata*. Le *Phacops latifrons* est commun aux étages inférieur et moyen. L'*Homolonotus Prudoanus* est une

grande et magnifique espèce, que l'un de nous a décrite en 1850, et dédiée à M. Casiano de Prado qui l'avait découverte dans le royaume de Léon.

Les Orthocères de l'époque dévonienne, en Espagne, sont à peu près indéterminables, à l'exception d'une espèce probablement identique avec l'*O. vermicularis*, que nous avons découverte, il y a quatorze ans, dans les couches dévoniennes de Voroneje en Russie. La meilleure localité pour les céphalopodes dévoniens paraît être celle de Herrera del Duque, près de la rivière Guadiana. Outre le beau Cyrtocère, que nous figurons sous le nom de *C. Lujani*, on y trouve des Orthocères à test orné de fines stries transverses.

Parmi les gastéropodes, qui se présentent également en petit nombre dans ce terrain, nous signalerons une coquille, que nous rapportons, avec quelque doute, au genre *Capulus*. C'est le *Capulus cassideus*, qui se trouve dans la grauwacke des bords du Rhin, à Néhou, en Normandie, et, enfin, aux États-Unis, dans le groupe de Hamilton, qui représente en partie notre terrain dévonien inférieur.

Les lamellibranches sont un peu plus nombreux. Des 12 espèces, que nous avons reconnues, 8 appartiennent au genre *Avicula*, déjà très commun dans les mers dévoniennes. Nous y réunissons le genre *Pterinea*, qui n'en diffère que par des dents cardinales dont il est souvent difficile de constater l'existence. Les *Avicula fasciculata*, *levis* et *Neptuni* sont des espèces particulières à la grauwacke ancienne des bords du Rhin, ou terrain dévonien inférieur. L'*Avicula Paillettei* a aussi les plus grands rapports avec l'*A. costata*, Goldf., du même terrain. Mais la coquille la plus caractéristique de cette époque, est la *Grammysia Hamiltonensis* que nous connaissons maintenant sur les bords du Rhin, à Néhou et dans les couches de Hamilton aux États-Unis. Le genre *Grammysia* descend jusque dans l'étage de Ludlow, et M. McCoy en a figuré plusieurs espèces provenant de cet horizon. Le *Mytilus dimidiatus* est une espèce dévonienne de l'Éifel qui se retrouve aussi aux États-Unis.

Bien que le calcaire soit rare au centre de l'Espagne, dans tous les dépôts antérieurs au terrain carbonifère, il y en a un peu plus dans les couches dévoniennes que dans celles du terrain silurien. Aussi les brachiopodes y sont-ils plus abondants. On en compte 29 espèces, savoir : 9 *Terebratula*, 1 *Strigocephalus*, 8 *Spirifer*, 5 *Orthis*, 4 *Leptaena*, 1 *Chonetes* et 1 *Productus*.

Parmi les premières, 4 espèces sont propres à l'étage Rhénan, ce sont les *Terebratula Pareti*, *Orbiguyana*, *undata* et

Archiact, que l'on trouve sur les bords du Rhin, dans l'O. de la France, et à Sabero, dans le royaume de Léon. La *T. reticularis* est commune, comme on sait, aux terrains dévonien et silurien supérieur, et les *T. concentrica* et *aspera* traversent les différents étages du terrain dévonien. Le *Stygocephalus Burtini*, cette coquille si caractéristique du terrain dévonien, a été découverte dans la Sierra Morena par MM. Esquerra del Bayo et Naranjo y Garza, mais elle y est très rare. Il en est de même dans la chaîne de l'Oural, sur le revers oriental de laquelle nous n'en avons trouvé qu'un exemplaire unique. Elle est très commune, au contraire, à Paffrath et dans l'Eifel, ainsi que dans le Devonshire. Parmi les *Spirifer*, 3 appartiennent à la base des dépôts dévoniens, savoir : *S. paradoxus*, *S. subspeciosus* et *S. Trigeri* ; 2, au contraire, ne se trouvent que dans les parties supérieures, celles qui sont si bien développées à Ferques, près de Boulogne : ce sont les *S. Verneuilii* et *Bouchardi*. Le *S. tentaculum* est une espèce à très grande area, voisine du *S. aperturatus*, et que notre ami, le comte de Keyserling, a jadis trouvée dans le terrain dévonien du sud de la Russie.

5 espèces d'*Orthis* figurent sur notre liste. 2, les *O. Beaumonti* et *hipparionix*, sont exclusivement propres à l'étage inférieur du terrain dévonien ; les *O. devonica* et *striatula* sont communes aux étages moyen et supérieur ; l'*O. orbicularis* est une espèce très abondante en Asturies et dans le royaume de Léon.

Nos 4 espèces de *Leptaena* rappellent diverses époques bien distinctes. En effet, le *L. Buterlii* est une espèce commune à Ferques dans l'étage supérieur du terrain dévonien ; les *L. Murchisoni* et *Sedgwicki* sont abondantes dans l'étage inférieur, sur les bords du Rhin, en Normandie et en Bretagne, comme dans les montagnes de Léon ou des Asturies, tandis que le *L. Phillipsi* semble établir le passage entre le terrain dévonien inférieur et le terrain silurien. Cette espèce, à ce qu'il nous semble, se trouve à la fois dans le terrain dévonien de l'O. de la France et dans les couches siluriennes supérieures de la Bohême ; du moins, il nous a été impossible de voir des différences notables, et qu'on puisse considérer comme spécifiques, entre les échantillons recueillis dans ces deux contrées.

Les deux espèces de brachiopodes qui terminent la liste sont le *Chonetes sarciulata* et le *Productus Murchisonianus*, toutes deux très répandues dans les divers étages du système dévonien. La dernière surtout s'étend sur presque la moitié de la circonférence terrestre.

Les encrines, dont M. Casiano de Prado a trouvé de si beaux échantillons dans les montagnes de Léon, sont au contraire fort rares dans la Sierra-Morena où l'on ne rencontre que des bras ou des fragments de tiges.

Les polypiers ne sont guère plus communs, ce qu'il faut attribuer à la rareté de l'élément calcaire. Sur 5 espèces, 3 sont nouvelles, et, parmi les deux autres, nous signalerons le *Pleurodyctium problematicum*, espèce qui, à elle seule, suffit pour reconnaître la base du terrain dévonien ou le système Rhénan de M. Dumont. Ce géologue l'a trouvée sur les rives du Bosphore, près de Constantinople. C'est un fossile assez commun en France, en Allemagne, en Angleterre et aux États-Unis. En quelque lieu qu'il se trouve, il occupe toujours la même position.

La flore du terrain dévonien est complètement nulle dans la Sierra-Morena. En général, les végétaux de cette époque sont encore peu connus, et depuis que la plupart des plantes des schistes à Posidonies du Harz ou du Rhin, décrites par M. Göppert comme plus anciennes que le terrain carbonifère, ont été reconnues au contraire pour être de cet âge, quelques géologues ont douté de l'existence d'une flore terrestre pendant la durée des dépôts dévoniens. Aujourd'hui, le doute n'est plus permis. Les belles fougères découvertes, il y a trois ans, dans le véritable vieux grès rouge d'Irlande par M. Beete Jukes, ainsi que les plantes si curieuses que M. Richter a recueillies dans les schistes à Cypridines des environs de Saalfeld, nous démontrent que, dès l'époque dévonienne, des terres émergées commençaient à se couvrir de végétaux.

Terrain carbonifère. — Les fossiles de cette époque ne figurent pas sur notre liste, parce que les recherches de M. Casiano de Prado ne se sont pas étendues jusqu'à la région carbonifère. Nous rappellerons ici toutefois que les plus puissantes masses de calcaire de la Sierra-Morena appartiennent à cette époque, tant du côté d'Espiél et de Belmez, qu'au N.-E. de Cordoue et sur le bord de la chaîne, le long de la vallée du Guadalquivir. Peut-être même faudrait-il y rapporter le calcaire de Llerena, dont l'âge est resté problématique malgré les travaux de M. Leplay. Il y a lieu de croire que ces dépôts calcaires offriront un jour d'assez nombreux fossiles; jusqu'à présent on ne connaît que le *Productus gigas*, trouvé par M. R. Pellico dans les environs de Belmez, le *Productus semireticulatus* et quelques autres espèces trouvées par l'un de nous dans la même localité, ou à Nabevejo près d'Espiél.

Le terrain carbonifère ne paraît s'être déposé que dans la partie méridionale de la mer paléozoïque qui occupait le centre de l'Es-

pagne, et on ne le connaît pas d'une manière certaine, au nord d'une ligne qui joindrait Llerena avec le riche bassin houiller de Belmez et d'Espiel. Cependant, M. Casiano de Prado vient de découvrir à Santa-Eufemia, sur le chemin d'Almaden à Hinojosa, deux ou trois fossiles qui semblent indiquer la présence du calcaire carbonifère plus au nord que les points où nous le connaissons. Quoique ces fossiles soient assez mal conservés, nous avons cru y reconnaître le *Productus Cora* et le *Cyathophyllum Murchisoni*, Milne Edw. et J. Haimé.

A l'occasion du mémoire lu par M. Hébert dans la séance précédente *Sur le terrain tertiaire du nord de l'Europe* (p. 760), M. Benoît fait la communication suivante :

Note sur le terrain sidérolitique des environs de Montbéliard,
par M. Benoît.

Je demande la permission de présenter à la Société quelques observations sur le terrain sidérolitique des environs de Montbéliard, localité voisine de celle de Délémont, de ce côté du mont Terrible.

M. Greppin place le terrain sidérolitique dans le terrain tertiaire inférieur, et appuie sa conclusion sur la présence d'ossements de mammifères. La preuve par les fossiles vient donc lever toute équivoque au sujet du classement de ce terrain. A défaut de cette preuve, je m'étais attaché à l'étude minutieuse des relations stratigraphiques et orographiques, et, comme les faits que j'ai observés conduisent à la même conclusion que celle que M. Greppin vient de formuler, je pense qu'ils offriront quelque intérêt à la Société. Je vais donc dire brièvement quels sont l'allure et l'agencement du terrain sidérolitique et des terrains plus récents dans les environs de Montbéliard.

Une coupe générale de la vallée de Montbéliard, qu'on peut considérer comme la terminaison de la vallée d'Alsace, fera d'abord comprendre les conditions dans lesquelles le dépôt sidérolitique s'est effectué. Cette coupe (Pl. XXX, fig. 1) va des collines sous-vosgiennes aux premiers redressements des chaînes du Jura, et montre que la vallée de Montbéliard forme un fond de bassin dont les couches se relèvent de chaque côté avec une inclinaison qui augmente à mesure qu'on s'avance vers les Vosges ou vers le Jura. Le terrain sidérolitique étant en grande partie un produit d'éruption aqueuse plutôt qu'un dépôt sédimentaire, on conçoit

qu'il se soit fait jour dans les lieux les plus bas, et si on le voit dans quelques localités du Jura suisse élevé assez haut sur le flanc des montagnes, cela est dû à des mouvements postérieurs du sol, lesquels ont en même temps relevé la mollasse.

Depuis la fin de la formation jurassique jusqu'au commencement de la formation tertiaire, le terrain jurassique a été constamment émergé dans la contrée qui nous occupe. Seulement il y a eu quelques érosions des assises supérieures jusqu'au corall-rag, plus probablement à l'époque du retrait de la mer jurassique qu'à celle du retour de la mer tertiaire, car il est fort douteux que le dépôt sidérolitique se soit effectué dans des eaux marines. Le minerai de fer sidérolitique se trouve naturellement répandu sur plusieurs points du fond de la vallée sous la mollasse, mais il s'étend aussi dans le pourtour plus loin que la mollasse, et repose souvent alors sur les tranches des diverses assises supérieures du terrain jurassique jusque sur le corallien. C'est bien là un fait de discordance qui, au point de vue chronologique, éloigne le terrain sidérolitique du terrain jurassique. Nous verrons tout à l'heure comment le dépôt sidérolitique se lie au contraire avec la mollasse, pour former ici la représentation d'une partie du terrain éocène. Les localités où le minerai de fer repose sur diverses assises jurassiques sont nombreuses dans l'espace triangulaire compris entre les villes de Montbéliard, Belfort et Héricourt. Je ne citerai que les minières de la Combe des Tremblots, de Bethoucourt et de Charmont (Pl. XXX, fig. 2, 3 et 4). L'étude des lieux montre en outre que les matériaux du terrain sidérolitique sont arrivés de bas en haut à la surface par des fentes ou failles dont la direction la plus fréquente se rapproche de la direction N.-S. C'est, par exemple, le cas des minières de Charmont, de Bethoucourt (fig. 4 et 5), et aussi de Badevel, de l'autre côté de la vallée mollassique (fig. 6). Ce dernier dépôt est des plus abondants en minerai de fer sidérolitique, et montre bien comment il s'est répandu au bord de la faille qui lui a donné passage. Ce petit bassin, très étroit, a été ensuite envahi par la mer mollassique, ainsi que le montre sa coupe longitudinale (fig. 7). Tout est encore si bien en place, sauf peut-être un léger exhaussement de l'ensemble au pied de la première chaîne jurassique, qu'on ne peut s'empêcher de séparer le dépôt sidérolitique du terrain jurassique pour le rapprocher de la mollasse, et laisser ainsi une lacune de toute la période crétacée.

On voit sur bien des points, dans les environs de Montbéliard, comment le minerai de fer est venu à la surface par des fentes ou failles, sorties des cratères à parois corrodées ou bréchiformes.

Les grains de minéral sont venus d'abord et se sont formés dans les régions souterraines, car les mineurs ont fouillé très profondément plusieurs de ces cratères pour en extraire le minéral logé dans des parties latérales résultant de la corrosion de la roche jurassique. Bien plus, ils vont souvent à la recherche du minéral en pratiquant çà et là des puits dans les assises supérieures du terrain jurassique, et ils arrivent ainsi à des dépôts de formes lenticulaires, intercalés dans les strates calcaires à la place des diverses assises marneuses de l'étage kimméridgien. Quelques-uns de ces puits descendent jusqu'au corallien, et traversent quelquefois plusieurs lits de minéral. Ces puits sont nombreux dans la combe des Tremblots et dans le voisinage du village de Charmout. Ils peuvent être représentés par la coupe (Pl. XXX, fig. 8).

Voici maintenant quelles sont les diverses assises qui paraissent constituer le terrain sidérolitique. Au-dessus des dépôts assez vagues de minéral en grains, viennent, par des passages insensibles ou par des enchevêtrements très variés, diverses assises marneuses ou argileuses, onctueuses vers le bas, hariolées ou rubanées vers le haut, plus ou moins ferrugineuses, variant beaucoup de composition chimique, formant ensemble sur certains points des dépôts de 15 à 20 mètres, et supportant des lits souvent épais de galets jurassiques réciproquement impressionnés sur place, ce qui indique une certaine mollesse de ces débris de roche lors de leur transport. Ces galets ou *gompholithes* se rattachent plutôt au terrain sidérolitique qu'à la molasse, qui leur est superposée à son tour et avec laquelle ils se mêlent un peu, car on les trouve souvent bien loin de la molasse et à des altitudes qu'elle n'atteint jamais. Ainsi, on en voit un lambeau sur la petite montagne isolée de Sainte-Suzanne, près Montbéliard (fig. 9); ainsi encore la colline de la Chaux, également près de Montbéliard, serait uniquement formée de couches appartenant au terrain sidérolitique, car tout son sommet est couvert d'une calotte de *gompholithes*. Toutefois, sur certains points littoraux, ces galets prennent souvent des dimensions énormes et n'offrent aucun indice de triage par suite de l'action d'eaux courantes; leur provenance des roches en place voisines est, en outre, souvent évidente. Sans m'arrêter davantage à ces particularités, je dirai que ces dépôts de galets indiquent au moins une période de perturbation, et que leur altitude sur quelques points fait même supposer des dérangements du sol après leur dépôt, et avant l'arrivée de la mer mollassique, phénomène qui viendrait naturellement se placer à la séparation des terrains éocène et miocène.

Avant de terminer, je signalerai un fait très curieux, qui montre, en quelque sorte, comment les diverses couches du terrain sidérolitique se sont succédé. A Chatenois, village sur la route de Montbéliard à Belfort, est une large et longue fente ou faille remplie de sidérolitique, qui est fouillée depuis longtemps par des mineurs. Un des bords a été enlevé par l'érosion sur une certaine longueur, de sorte que l'autre bord fait abrupt vers la vallée sidérolitique et mollassique. Les travaux des mineurs mettent à découvert les entrailles de ce long cratère, et permettent de voir sur la fente même, et dans une position normale et horizontale, les tranches de couches bariolées et rubanées qui surmontent les dépôts de minerai en grains sur les autres points du bassin. Mais ce qu'il y a de particulier, c'est qu'on voit ces mêmes couches percées de bas en haut par des émissions de matériaux excessivement chargés d'oxyde de fer pulvérulent, de sorte qu'on retrouve ici l'origine des quelques couches rouges que l'on voit intercalées à la partie supérieure des assises bariolées ou irisées dans le reste du bassin. On remarque encore, dans l'abrupt de Chatenois, des lentes encore remplies uniquement d'argile siliceuse, blanchâtre ou bleuâtre, ayant donné lieu sans doute à cet aspect rubané des couches, selon que les courants apportaient une argile pure ou une argile chargée de fer. Cependant, il y a eu probablement pendant tout le temps de la formation un apport de matériaux sédimentaires par des courants torrentiels ou fluviatiles.

On voit donc que la vallée de Montbéliard est tout à fait analogue à celle de Délémont. La mollasse est formée d'alternances de marnes et de bancs calcaires, quelquefois grésiformes, avec quelques fossiles assez rares, tels que Vénus, Lucines, Pétoncles, etc., le tout paraissant constituer des assises plus inférieures de niveau géologique que celles de la mollasse de Délémont, ou du moins peu développées dans cette dernière localité. En outre, toutes les collines du pays sont couvertes d'un diluvium dans lequel on remarque deux couches, l'une argileuse, répandue sur les tranches de tous les terrains mais ayant été enlevée sur bien des points, l'autre sableuse, avec un mélange de cailloux des Vosges de grosseurs très variables. C'est dans ce diluvium qu'on a trouvé, l'année dernière, une dent et une défense d'éléphant, qui sont déposées au musée de la Société d'émulation de Montbéliard. Une remarque à faire, c'est que ces cailloux vosgiens ont été trouvés quelquefois à d'assez hautes altitudes sur le flanc des chaînes jurassiques, et, comme les couches du terrain sidérolitique et de la mollasse sont aussi relevées sur plusieurs points, on est porté à

croire qu'il y a eu des redressements successifs, brusques ou lents, mais qui ont en général maintenu, en les augmentant, les formes des reliefs primitifs. Cette observation paraît importante, car, en l'appliquant dans tout le Jura suisse et français, on parvient à distinguer l'âge relatif de redressements souvent complexes, et quelquefois à retrouver, au milieu de directions différentes, les directions initiales des systèmes si bien établis par M. Élie de Beaumont. C'est ainsi, par exemple, que la direction N.-S., qui relève le terrain tertiaire inférieur, a bien pu avoir un commencement de manifestation par des fentes ou failles pendant la formation même de ces terrains tertiaires inférieurs, car on trouve dans le Jura, surtout par l'examen horizontal des couches supérieures des divers terrains, des preuves assez nombreuses de mouvements du sol avant le mouvement principal et brusque qui a mis fin à la formation. Ainsi, par la direction des fentes d'éruption, le terrain sidérolitique viendrait encore, comme par les fossiles, se placer à la partie supérieure du terrain éocène. Cela étant admis, on doit alors considérer le calcaire d'eau douce superposé au sidérolitique dans la Haute-Saône, comme un faible correspondant de la molasse marine et d'eau douce.

M. Sterry-Hunt, de la Commission géologique du Canada, fait la communication suivante :

Observations sur les roches magnésiennes du groupe de la rivière Hudson, que M. Logan a décrites dans la séance du 7 mai 1855, p. 504 ; par M. Th. Sterry-Hunt.

M. Sterry-Hunt rappelle que les calcaires de Québec, qui sont souvent formés de carbonate de chaux pur, contenant quelquefois une forte proportion de carbonate de magnésie, forment des dolomies, et paraissent même être quelquefois remplacés par des couches de carbonate de magnésie exempte de toute trace de chaux. Ces magnésites et dolomies renferment cependant toujours 8 ou 10 pour 100 de carbonate de fer, tandis que les carbonates de chaux n'en contiennent point ; d'où il résulte que les couches magnésiennes prennent, par l'action du temps, une couleur de rouille, qui contraste fortement avec le bleu grisâtre des calcaires dans lesquels elles sont intercalées.

A la Pointe-Lévis, vis-à-vis de Québec, les calcaires de cette

formation contiennent des fossiles indéterminables, mais les dolomies associées n'en offrent point et sont très siliceuses : les deux roches sont bitumineuses. Les rapports intimes qui existent ici entre ces deux roches font voir que les carbonates de magnésie et de fer ont été déposés par des eaux minérales qui excluaient la vie animale, et qui alternaient avec des eaux qui ont donné lieu à la formation des calcaires ordinaires. D'ailleurs, des faits semblables, déjà depuis longtemps constatés, paraissent rendre inadmissible, pour le moins en beaucoup de cas, la théorie de la formation des dolomies par une action secondaire.

Comme l'a déjà remarqué M. Logan, les caractères lithologiques de ces roches sont très variables. Les calcaires aussi bien que les dolomies paraissent avoir été déposés sur des surfaces limitées ; ils ont en quelques endroits une épaisseur considérable, tandis que dans d'autres ils sont représentés par des couches très faibles, ou plutôt ils passent par un mélange de sable à des grès plus ou moins calcifères. Dans la continuation des montagnes Vertes que M. Logan a indiquées, dans ses Rapports, comme étant composées de schistes de Richelieu avec des roches de Québec et de Sillery, dans un état métamorphique et cristallin, ces couches calcaires et magnésiennes jouent un rôle très important. On les rencontre sous les formes de calcaires, de dolomies et de magnésites cristallins. Une couche de magnésite siliceuse dans le district de Bolton atteint une épaisseur de 20 mètres ; elle est cristalline et colorée en vert par un silicate d'oxyde de chrome. Son analyse m'a donné :

Carbonate de magnésie.	60,43	=	MgO,	28,62.
Carbonate de protoxyde de fer.	8,32	=	FeO,	5,13.
Silice.	32,20			
				400,65

Des échantillons provenant d'autres localités donnent 7 ou 8 pour 100 de silice et quelquefois des traces de chaux. L'oxyde de chrome, sous une forme quelconque, est très commun dans ces magnésites, aussi bien que les dolomies.

Dans les localités où les grès de Sillery sont transformés en roches quartzo-feldspathiques, les dolomies siliceuses paraissent

être représentées par un silicate cristallin, qui n'est autre chose que du pyroxène, et qui mêlé avec un peu de quartz ou de matière calcaire forme des masses d'une grande épaisseur, tandis que les serpentines associées ne semblent avoir d'autre origine que le métamorphisme des magnésites siliceuses. M. Bischoff a fait voir que la silice, en présence de l'eau, aidée par une chaleur de 100° centigr., décompose les carbonates de chaux, de magnésie et de protoxyde de fer, en donnant des silicates de ces bases. Cette réaction laisse concevoir facilement la formation, non-seulement des pyroxènes et des serpentines, mais aussi des talcs qui ne proviennent que des magnésites très siliceuses. Les mélanges de la serpentine avec le calcaire et le diallage, qui sont très fréquents dans cette formation, présentent des cas qui peuvent s'expliquer par les mêmes réactions chimiques.

Les serpentines de ces montagnes, accompagnées de talcs schisteux, diallages, pyroxènes et dolomies, ont été suivies pendant 50 lieues de distance en Canada, et sur un espace beaucoup plus considérable dans la prolongation de cette formation vers le sud. Cette constance dans la position stratigraphique des serpentines met hors de doute la question de leur origine par le métamorphisme de certaines couches sédimentaires du groupe de la rivière Hudson, qui, selon M. Sterry-Hunt, sont précisément ces magnésites et dolomies siliceuses.

Les schistes du groupe précité, comme l'a déjà démontré M. Sterry-Hunt, sont composés en grande partie de feldspath très divisé; ils donnent, par l'analyse, de 3 à 5 pour 100 de potasse et environ 2 de soude, avec 2 ou 3 de chaux et de magnésie, et 8 à 10 d'oxyde de fer. Cette matière argileuse est mélangée avec les grès quartzeux de Sillery; et l'on conçoit facilement qu'avec la composition déjà indiquée, elle peut très bien fournir du feldspath cristallin, comme résultat de son métamorphisme.

Les recherches de la Commission géologique du Canada ont fait voir que ce sont les roches métamorphiques de ce même groupe de la rivière Hudson qui fournissent les sables aurifères de l'Amérique du Nord. En effet, les veines de quartz aurifère des montagnes Vertes se trouvent, pour la plupart, dans les

schistes équivalents des roches de Québec. Les schistes cristallins, appartenant à la base de la formation silurienne supérieure, ont cependant fourni aussi des veines de quartz contenant de l'or natif, avec de la blende, de la galène et de la pyrite arsenicale. Dans les sables aurifères qui ont été exploités en Canada, on trouve un peu de platine et d'iridosmium, associés comme partout ailleurs avec le fer oxydulé, le fer chromé, l'ilmenite, le rutile et le zircon.

M. Sterry-Hunt fait remarquer qu'il a reconnu que la plupart des schistes à éclat nacré de cette formation aurifère, qui ont jusqu'à présent été connus sous le nom de *schistes talqueux*, ne sont pas magnésiens, mais qu'ils doivent leurs caractères à un minéral micacé qui est essentiellement un silicate hydraté d'alumine. Il a même trouvé, dans ce qu'on avait pris pour un talc, une composition identique avec celle du pholérîte de Guillemín.

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

Note sur les Spongiaires des environs de Vierzon, par M. Th. Ébray, ingénieur civil attaché au chemin de fer d'Orléans.

J'ai l'honneur de présenter à la Société géologique une série de spongiaires entourés d'une enveloppe siliceuse.

La forme de ces spongiaires et surtout de leur enveloppe, le terrain qui les contient, la nouveauté des espèces, sont des causes qui les rendent assez curieux.

Je commencerai par examiner la forme des silex et l'origine de la juxtaposition si constante de la silice et du spongiaire ; je verrai ensuite à quel étage il faut rapporter ces silex ; enfin je rechercherai quelle a été la nature des catastrophes géologiques qui ont remanié les terrains à spongiaires.

1° *Observations sur les silex spongiaires des environs de Vierzon.*

Les silex que l'on rencontre aux environs de Vierzon sont ou bien réguliers ou bien irréguliers.

Réguliers, ils contiennent toujours intérieurement un spongiaire généralement fort bien conservé ; les pores afférents, les oscules et

les serpules qui tapissent la surface extérieure du spongiaire ne laissent rien à désirer ; dans certains cas seulement, la silice enveloppante paraît s'être intimement mêlée à la substance du spongiaire ; mais ce cas est très rare.

L'abondance de ces êtres doit avoir été extrême, et ils paraissent avoir vécu dans des localités restreintes.

Lorsque l'on examine les relations du spongiaire avec son enveloppe, on arrive aux résultats suivants :

Le spongiaire étant épais, l'enveloppe siliceuse est épaisse aussi ; en d'autres termes, pour des spongiaires différents, l'épaisseur de l'enveloppe varie avec la puissance du spongiaire ; pour un même spongiaire, l'épaisseur de l'enveloppe est toujours en relation avec l'épaisseur des différentes parties du spongiaire ; ainsi il y a peu de silice autour de la tige qui est mince, plus à la racine, et le maximum d'épaisseur se rencontre autour du corps même du spongiaire. Cette loi a cependant des exceptions, qui sont fort rares, car, sur 500 ou 600 spongiaires que j'ai découverts dans l'intérieur de silex, 2 seulement avaient les tiges dirigées vers le gros côté.

Nous verrons plus tard que ce fait s'explique fort bien.

Lorsque les silex sont irréguliers, ils ne contiennent généralement pas de spongiaires.

Cependant, lorsqu'il y a agglomération de ces fossiles, le silex enveloppant devient irrégulier.

Dans tous les cas, et cette observation est importante, le nombre de silex ne contenant pas de spongiaires est très faible ; on peut admettre que sur 40 silex, 1 seulement ne contient pas de fossile à l'intérieur.

Voyons quelles sont les conséquences que l'on peut tirer de ces observations.

Si l'on admet, d'après les faits en nombre infini qui se présentent tous les jours devant nos yeux, que l'agglomération de la matière est le résultat de l'attraction moléculaire, on peut admettre aussi que la silice, au moment de sa condensation, avait ou n'avait pas d'attraction pour les sédiments de différentes compositions qui se rencontrent aux différents âges.

Lorsque l'attraction existait, la silice se répandait uniformément dans la masse des sédiments, et formait nos roches plus ou moins siliceuses ; lorsque au contraire cette attraction n'existait pas, qu'il y avait répulsion, la silice gélatineuse se massait, se mouvait dans son milieu, suivant les lois mécaniques du mouvement, se dirigeait de haut en bas lorsque la silice était plus lourde que les

sédiments, de bas en haut lorsqu'elle était plus légère, et suivant dans tous les cas les couches de moindres densités.

Lorsque le noyau siliceux, dans son mouvement, ne rencontrait pas de corps pour lequel il avait de l'attraction, et qu'il arrivait par une cause quelconque à un état de durcissement assez grand pour changer de densité, il s'arrêtait et prenait différentes formes.

Lorsque au contraire le noyau siliceux rencontrait un corps attractif, et l'on sait que les corps semblables s'attirent généralement, il se trouvait fixé et prenait une forme en rapport avec le corps enveloppé, suivant les lois ordinaires de l'attraction. Les spongiaires contenant dans leur organisation des particules de silice, on peut n'avoir aucun doute sur la cause qui fait du spongiaire un corps attractif.

2° Age des spongiaires des environs de Vierzon.

La nature du terrain qui contient les spongiaires démontre clairement que le sol a été remanié; l'aspect des silex plus ou moins usés et l'existence de portions de roches crétacées en rognons ne laissent aucun doute sous ce rapport; mais à quel étage appartenaient les détritiques, et quelles étaient les eaux destructives? C'est ce que nous allons tâcher de découvrir.

Nous résoudrons la première question par les fossiles que j'ai trouvés dans ces dépôts; mais disons d'abord quelques mots sur la constitution géologique du sol des environs de Vierzon.

La ville de Vierzon, prise comme centre de la contrée, repose sur l'étage des grès verts supérieurs (partie inférieure) étage que M. d'Orbigny appelle cénomanien; cet étage se compose inférieurement d'une couche épaisse de sables verts ne contenant presque pas de fossiles, et qui paraît reposer sur les terrains jurassiques caractérisés par l'*Ammonites Achillis* (d'Orb.); au-dessus de cette couche de sable se trouvent des bancs d'une dureté variable, passant de la craie tuffeau à grains verts à des grès très durs: ces bancs contiennent l'*Hemiasler bufo* et l'*Ostrea columba*, tous deux appartenant encore à l'étage cénomanien; à la partie supérieure, on remarque des argiles vertes contenant une espèce de Gryphée, non encore dénommée, et ressemblant beaucoup à l'*Ostrea vesicularis*; enfin, se trouvent les bancs à spongiaires, qui eux-mêmes sont surmontés par les assises de l'étage salunien inférieur.

Pour reconnaître l'âge des terrains à spongiaires, il suffit d'ob-

server les fossiles qui s'y trouvent, et qui tous sont spéciaux à l'étage cénomaniën.

Les spongiaires ne peuvent pas servir de base, car les 12 ou 13 espèces que j'ai découvertes dans ces dépôts sont nouvelles. A côté des spongiaires se trouvent des *Rhynchonella alata*, des *Ostrea columba*, et différentes espèces de Galérites et d'Inocérames qui ne laissent aucun doute sur l'étage ; c'est là aussi l'opinion de M. d'Orbigny auquel j'ai montré ces fossiles, et qui a eu l'obligeance de me donner son avis.

Quant aux eaux destructives, il est naturel de penser qu'elles doivent provenir des mers saluniennes, puisque l'étage salunien se trouve immédiatement au-dessus.

3^e Observations générales sur les courants qui ont délayé l'étage cénomaniën du centre et de l'ouest de la France.

En s'éloignant des environs de Vierzon et en se dirigeant vers l'ouest, on ne tarde pas à rencontrer les parties moyenne et supérieure des grès verts supérieurs.

Et au-dessus des nouvelles espèces de spongiaires mélangés à d'autres fossiles, tels que *Janira quadrirostata*, *Rhynchonella resperitio*, etc., les spongiaires ne sont plus entourés d'une enveloppe siliceuse, et paraissent avoir été soumis à une action prolongée des eaux.

Les surfaces sur lesquelles on observe ces spongiaires sont fort étendues, car on en trouve depuis le Blanc jusqu'à Thouars, et même au delà, en passant par la Roche-Posay, Lesigny, Châtellerault, Mirebeau et Loudun, sur une largeur de 8 à 9 kilomètres.

Pour rechercher quel est l'âge des eaux qui ont remanié ces spongiaires, il faut se reporter aux limites du massif granitique du centre, et se diriger en observant les terrains de transport vers le nord.

On rencontre d'abord, en partant de Limoges, le granite jusqu'à Noailles, puis le lias supérieur, qui n'a guère en moyenne que 2 kilomètres de largeur. L'oolithe inférieure se trouve depuis ce dernier point jusqu'à Levray, où apparaît la grande oolithe avec l'*Ammonites bullatus* ; de l'autre côté du détroit breton se remarque de nouveau l'oolithe inférieure, la grande oolithe, et en dépassant Poitiers, l'étage callovien au Grand-Pont, l'étage oxfordien à Chassencuil, l'étage cénomaniën à Châtellerault, l'étage turonien à Saint-Maur.

Si l'on compare actuellement les terrains de transport qui com-

blent les vallées de tout le pays, et qui contiennent des restes de Mastodontes, et peut-être des restes de l'industrie humaine (1), à la position des roches auxquelles ces terrains ont été enlevés par l'action des eaux, on arrive aux résultats suivants.

Les courants se dirigeaient du sud au nord.

En effet, on peut, par les nombreux restes d'êtres organisés que contiennent ces terrains, suivre pas à pas toutes les circonstances dans lesquelles les courants se sont produits. On trouve d'abord aux environs du massif granitique une grande quantité de sédiments qui résultent de l'action directe de l'eau sur les roches azoïques. Ces détritiques se rencontrent encore fort loin du point de départ, mais de plus en plus mélangés avec des matériaux d'une formation postérieure. Ainsi le lias qui se trouve immédiatement au-dessus du granite, et qui contient un grand nombre de fossiles, a fourni des éléments qui ont été portés aussi à des distances considérables. J'ai trouvé sur toute la longueur, depuis l'affleurement du lias jusqu'à Poitiers, des débris de fossiles roulés, tels que *Ammonites serpentinus*, *bifrons*, *Lima gigantea*, etc. En continuant dans la même direction, on voit apparaître jusqu'à Châtellerault les fossiles de l'oolithe inférieure, l'*Ammonites Garrantianus*, la *Terebratula spheroidalis*; au delà de Châtellerault se trouve, mais rarement, l'*Ammonites anceps*.

La distribution des fossiles prouve donc que les courants marchaient du sud au nord, et, en comparant les distances, on peut évaluer la distance moyenne de transport à 20 kilomètres.

L'étage cénomaniens qui nous occupe, et qui couronnait les hauteurs du nord du détroit de la Vienne, a été soumis aussi à ces courants terribles dont je viens de déterminer les principales dimensions, mais la vitesse paraît avoir été moins forte sur les points élevés, car la distance de transport des spongiaires se trouve bien réduite. Les remaniements auxquels ces fossiles ont été soumis ont souvent altéré leurs caractères distinctifs; aussi se trouvent-ils moins bien conservés que les spongiaires de Vierzon.

(1) M. de la Nasserdière, maire de Châtellerault, et M. Serph, inspecteur de la voie au chemin de fer d'Orléans, m'ont remis des objets qui proviennent certainement de l'industrie humaine.

J'ai l'honneur de communiquer à la Société une hache en silex, trouvée dans les propriétés de M. Serph, à 5 mètres au-dessous du niveau du sol, et 20 mètres au-dessus du niveau de la rivière; cette hache, dont je ne veux pas discuter l'âge ici, est tellement bien conservée, qu'elle me paraît faire contraste avec les silex roulés de ces dépôts.

Fossiles envoyés à la Société géologique.

- 1° Trois silex contenant des spongiaires dans leur position normale.
- 2° Un silex contenant un spongiaire dans une position exceptionnelle.
- 3° Deux spongiaires dépourvus de leur enveloppe.
- 4° Un silex irrégulier à deux spongiaires.

Séance du 18 juin 1855.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, 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.

KARADY (Ignace), chimiste, de Hongrie, rue d'Enfer, 39, à Paris ; présenté par MM. Ch. d'Orbigny et Alb. Gaudry ;

LAFARGE (Alfred), rue Jacob, 8, à Paris ; présenté par MM. Ch. d'Orbigny et J. Haime.

LECOMTE (Adolphe), rue de la Sourdière, 11, à Paris ; présenté par MM. Ch. d'Orbigny et J. Haime ;

M. MARCEL DE SERRES, professeur à la Faculté des sciences, à Montpellier (Hérault), est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics :

- 1° Carte géologique du département de la Corrèze, par

M. de Bouchepon, publiée en 1848, 4 f. grand-aigle, imprimerie nationale.

2° *Carte géologique du département du Tarn*, par M. de Bouchepon, publiée en 1848, 4 f. grand-aigle, imprimerie nationale.

3° *Carte géologique du département du Bas-Rhin*, par M. A. Daubrée, publiée en 1849, 6 f. grand-aigle, imprimerie nationale.

4° *Carte géologique du département de la Marne*, par MM. Buvignier et Sauvage, publiée en 1850, 6 f. grand-aigle, imprimerie nationale.

5° *Carte géologique du département du Morbihan*, par MM. Théodore Lorieux et Eugène de Fourcy, publiée en 1850, 4 f. grand-aigle, imprimerie nationale.

6° *Carte géologique du département de la Côte-d'Or*, par M. L. Guillebot de Nerville, publiée en 1852, 6 f. grand-aigle, imprimerie nationale.

De la part de M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics :

1° *Explication de la carte géologique du département de la Corrèze*, par M. de Bouchepon, in-8, 102 p. Paris, 1848, imprimerie nationale.

2° *Explication de la carte géologique du département du Tarn*, par M. de Bouchepon, in-8, 114 p. Paris, 1848, imprimerie nationale.

3° *Carte géologique du Morbihan*, par MM. Théodore Lorieux et Eugène de Fourcy, in-8, 157 p. Paris, 1848, imprimerie nationale.

4° *Description géologique et minéralogique du département du Bas-Rhin*, par M. A. Daubrée, in-8, 501 p. 1 carte, 5 pl. de coupes. Strasbourg, 1852, chez E. Simon.

5° *Légende explicative de la carte géologique du département de la Côte-d'Or*, par M. Guillebot de Nerville, in-8, 71 p. Paris, 1853, imprimerie impériale.

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des Savants*; mai 1855.

De la part de M. Gustave Cotteau : *Paléontologie de l'Yonne. — Études sur les mollusques fossiles du département*

de l'Yonne, 1^{re} livr., in-8, Auxerre, chez Verriquet et Rouillé.

De la part de M. le professeur Massalongo : *Prodromus*, etc., (Prodrome de la flore fossile de Sinigaglia) (extr. du *Giorn. del I. R. Istit. Lomb. di sc., Lett. ed Arti*, t. V, nuova ser.), in-4, 36 p., 4 pl., Milan, 1854, chez Bernardoni.

De la part de M. Lézat : Extraits de divers rapports sur un *Plan en relief des Pyrénées* exécuté par M. Lézat, in-8, 18 p., Toulouse, chez Henault.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 23 et 24.

Bulletin de la Société de géographie, 4^e sér.; t. IX, n^o 53, mai 1855.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 8^e année, n^o 80; avril 1855.

Annales des mines, 5^e sér., t. VI, 1854, 5^e liv.

L'Institut; 1855, nos 1118 et 1119.

The Athenæum; 1855; nos 1441 et 1442.

Revista minera, n^o 121, 1855.

Natuurkundig Tijdschrift, etc. (Journal de la Société indohollandaise des sciences naturelles), in-8, t. VII; nouv. sér., t. IV, 5^e et 6^e livr. Batavia, 1854.

M. Barrande présente, de la part de M. Lézat, une note imprimée sur le bas-relief des Pyrénées qui vient d'être exécuté par l'auteur.

M. Viquesnel donne lecture de la lettre suivante, qui lui a été adressée par M. Fournet, professeur à la Faculté des sciences de Lyon :

Lyon, le 8 juin 1855.

Depuis quelque temps les chimistes et cristallographes de l'Allemagne sont à la recherche des minerais d'antimoine oxydé de l'Algérie; j'ai pu leur en livrer un certain nombre d'échantillons; mais, craignant, par cela même, de me voir frustré des résultats de recherches géologiques et chimiques déjà passablement anciennes, je viens vous prier de présenter les détails suivants à la Société géologique. Sous votre patronage je puis espérer qu'ils seront insérés dans le *Bulletin*.

Les gîtes d'oxydes d'antimoine du pays des Haractas, en Algérie, présentent une complication beaucoup plus grande que ne

l'ont supposé les minéralogistes et géologues qui s'en sont occupés jusqu'à présent. Je possède des séries épigéniques à divers degrés, depuis le sulfure d'antimoine parfaitement intact jusqu'aux formes radiées et aux textures compactes les plus éloignées de l'état primitif. La composition de ces matières épigéniques varie également en ce sens, qu'elles se composent de protoxyde d'antimoine, d'acide antimonieux et d'oxyde octaédrique. Celui-ci est passablement arsenical, et cette circonstance suffit pour expliquer l'état de dimorphisme de la substance, puisque l'oxyde blanc d'arsenic tend à affecter cette forme.

Ces minerais antimoniaux sont d'ailleurs accompagnés de mamelons cristallins de chaux carbonatée, de plomb carbonaté non argentifère, d'oxysulfure rouge d'antimoine, et de petites houppes de sulfure d'antimoine. Celui-ci est un produit régénéré, de même que la galène qui se montre parmi quelques incrustations des mines.

On conçoit, d'après cela, qu'il sera nécessaire d'introduire quelques modifications importantes dans la théorie proposée à l'égard de ces gîtes algériens ; ils rentreront dans la catégorie de tous les autres oxydes antimoniaux. On sera ramené au grand principe de l'épigénie de la crête des filons, principe simple, éminemment français, et qui ne contribuera pas moins que l'établissement des lois de la cristallographie à immortaliser le nom de Roné de Lisle.

M. Albert Gaudry donne lecture de la notice suivante de M. Marie Rouault :

Notice sur quelques espèces de fossiles du terrain dévonien du nord du département de la Manche, par M. Marie Rouault.

Lors d'une excursion que fit, il y a quelques années, M. Hébert dans le nord du département de la Manche, son attention fut justement attirée sur les terrassements que l'on effectuait pour la construction d'un chemin vicinal, non loin de Saint-Sauveur-le-Vicomte.

Le terrain mis à découvert en cet endroit ne rentrait point dans le cercle de ses études ordinaires ; néanmoins, l'occasion lui parut trop favorable pour ne pas la saisir, espérant ainsi se rendre utile à ceux qui s'en occupent plus spécialement, et le sacrifice des

quelques instants qu'il y put consacrer fut couronné d'un plein succès.

Les éléments paléontologiques qu'il en a rapportés sont nombreux, et la plupart rappellent les espèces caractéristiques du terrain dévonien, qui dans l'ouest de la France est si bien représenté, notamment dans la Mayenne, sur les bords de la Loire, et aussi sur quelques points de l'ancienne Armorique.

Les documents scientifiques que nous avons pu consulter permettent de croire que des lambeaux de ce terrain sont fréquents dans la région Cotentine, et à son égard nous sommes obligé de nous en tenir à cet enseignement, nos études ne nous ayant point encore conduit jusque là.

Les roches qui représentent cet horizon géologique à l'endroit où notre savant collègue a fait son exploration se montrent à trois états différents quant aux éléments qui les constituent : à l'état calcaire, à l'état argileux et à l'état siliceux. Toutes présentent des fossiles, et c'est sur les quelques espèces inédites, ce nous semble, rapportées par M. Hébert, lequel a bien voulu les mettre à notre disposition, que nous allons appeler l'attention de la Société.

En première ligne se présente un Trilobite du genre *Homalonotus* et que nous dédions à titre d'hommage et comme expression de notre gratitude à M. Edward Forbes.

L'échantillon qui rappelle cette espèce a le grand mérite de la présenter à peu près complète, chose très rare parmi les espèces de ce genre venant de nos terrains de l'ouest.

Il provient du schiste argileux brun légèrement micacé et très tendre des environs de Saint-Sauveur-le-Vicomte, schiste qui parfois, suivant l'opinion de certains géologues, se montrerait en couches intercalées entre les bancs calcaires, qui ailleurs par suite de son abondance et de la réduction des bancs calcaires constituerait presque à lui seul le dépôt, et qui sur d'autres points formerait une couche plus ou moins puissante reposant sur le calcaire lui-même.

Autant que je me le rappelle, ce serait dans des conditions analogues à cette dernière disposition que le fossile qui nous occupe aurait été rencontré, le schiste se trouvant ici placé entre le calcaire et le grès, qui dans tous les cas formerait alors la partie supérieure de tous ces dépôts.

Malgré son défaut de bonne conservation, caractère du reste qui lui est commun avec la plupart des fossiles qui proviennent de dépôts analogues, où l'on ne retrouve le plus souvent que des empreintes dont la forme est très altérée, celui-ci offre encore le grand intérêt de montrer, pour la première fois peut-être, l'exis-

tence, dans ces schistes, d'animaux appartenant à cette famille de crustacés. Il se distingue par les caractères suivants :



Homalonotus Farbesi.

Forme générale relativement courte, sa largeur étant de 62 millimètres sur 100 de longueur, sur lesquels le bouclier céphalique en prend 29, l'abdomen 50 et le pygidium 21.

Trilobation peu marquée.

Tête nue fois plus large que longue, à peu près semi-circulaire, montrant le bord marginal surbaissé dans tout le pourtour large et non relevé en avant de la glabella. Pas de sillon marginal. Sillon nuchal très marqué et nettement limité à son arrivée près des angles

et dans lequel s'embranchent ceux qui déterminent latéralement l'étendue de la glabelle.

Bord nucal de forme arrondie, non interrompu, légèrement incliné à l'endroit des sillons longitudinaux, faiblement relevé vis-à-vis de la glabelle et se réduisant toujours plus en approchant des angles génaux.

Glabelle de forme à peu près carrée, légèrement saillante au côté postérieur, très aplatie et marquée d'une pointe vers l'avant. L'altération de sa surface ne permet pas d'affirmer qu'elle fût marquée de plis sur les côtés.

Joues très proéminentes, trianguliformes, parfaitement délimitées et portant les organes de la vision. Yeux en relief placés un peu en arrière et faiblement rapprochés de la glabelle. Leur altération ne permet pas d'y révéler d'autres caractères.

Suture faciale paraissant naître en avant des angles génaux et se dirigeant parallèlement au sillon nucal vers l'œil, qu'elle gagne en décrivant une courbe assez brusque pour se porter ensuite en avant, s'inclinant d'abord d'une manière très faible vers la glabelle, formant ainsi avec elle-même un angle légèrement obtus (de 100 degrés); puis s'infléchissant davantage, elle vient se perdre dans le bord marginal au droit des angles antérieurs de la glabelle ou même un peu plus près de la ligne médiane.

Thorax plus large que long, se rétrécissant d'une manière assez vive de l'avant à l'arrière; montrant dans leur entier les treize segments qui le composent; ceux du milieu seuls laissent voir le genou articulaire à leur partie moyenne.

Le pygidium, dont le pourtour est en grande partie détruit, ne permet guère d'en préciser rigoureusement la forme qui semble avoir été un peu trop longue pour être semi-circulaire. Le lobe moyen est un peu en relief, de forme presque carrée, étant tronqué brusquement à l'arrière. Il est marqué transversalement de 5 à 6 plis, derniers indices de lobation. Les plèvres paraissent, ainsi que l'extrémité, avoir été entièrement lisses, et le bord marginal très sarbaissé.

Cette espèce se distingue donc de ses congénères par la réunion des caractères qui suivent :

Indépendamment de sa forme générale qui relativement est plus courte, elle présente à la tête la glabelle à peu près carrée, marquée d'une pointe en avant, l'absence complète du sillon marginal au pourtour de la tête, et la longueur nettement définie du sillon nucal qui s'arrête brusquement à son arrivée aux angles génaux.

La naissance apparente de la ligne faciale au bord marginal en

avant des angles génaux, la direction perpendiculaire à l'axe de l'animal qu'elle prend pour arriver à l'œil, celle opposée qu'elle suit en quittant cet organe, et l'angle presque droit qu'elle forme ainsi, enfin le limbe non relevé en avant.

Au thorax, le genou articulaire non visible à la partie moyenne des segments extrêmes. Au pygidium, la forme carrée et la lobation peu distincte de l'axe.

Avec ce Trilobite se trouvent des fossiles de différentes classes entre lesquels se distinguent : *Grammysia Hamiltonensis*, *Pullastra complanata*, *Pleurodictum problematicum*, etc.

Parmi ceux qui nous paraissent inédits et qui offrent assez de caractères pour pouvoir être décrits, se trouve un *Capulus* que nous désignerons sous le nom de *C. scalaris* et qui se fait remarquer par les caractères suivants :

Coquille mince, turbinée, scalariforme chez les adultes, le dernier tour de spire ne s'appliquant pas sur celui qui le précède, carénée dans toute sa longueur par un pli qui résulte de l'application des tours de spires les uns sur les autres tendant à effacer davantage les premiers formés.

Ce pli, qui se réduit toujours sur le dernier tour, persiste néanmoins et détermine à la bouche, en regard de l'ombilic, un angle qui l'empêche d'être parfaitement ronde. Stries nombreuses, fines, inégales et très distinctes.

L'échantillon qui provient du grès dont nous nous occupons est de taille moyenne (environ 25 millimètres de haut). Nous en possédons d'autres points qui n'offrent pas moins de 50 millim. d'élévation et dont la bouche de forme arrondie présente 40 millim. de diamètre.

Dans les fossiles provenant du grès qui formerait la partie supérieure de ce dépôt, nous distinguons deux Spirifères qui nous semblent encore non décrits et dont les caractères peuvent se résumer de la manière suivante :

Spirifer Belouini.

Coquille transverse, épaisse, longue, marquée d'un sinus très développé, lisse, fortement élevé et tranchant; ornée sur les côtés d'environ 15 plis rayonnants peu en reliefs. Cette espèce diffère du Spirifère Rousseau par une largeur moindre, un nombre plus grand de plis rayonnants (15 au lieu de 10) et la forme tranchante et élevée de son sinus. Nous n'avons pu y constater aucune trace de stries d'accroissement. Les deux exemplaires que nous avons à

notre disposition sont fort incomplets. Le plus petit qui est plus entier, donne les proportions suivantes :

Longueur 22 millimètres, largeur 28.

Spirifer Datemptei.

Coquille globuleuse, semi-circulaire, longue, marquée d'un sinus large, peu profond; charnière prolongée à ses extrémités par une pointe obtuse, crochet recourbé. Aucune trace de plis rayonnants ni de stries d'accroissement.

Longueur 15 millimètres, largeur 22.

M. Hébert présente, au nom de M. Kœchlin-Schlumberger, le mémoire suivant :

Sur la formation de Saint-Cassian dans le Vorarlberg et dans le Tyrol septentrional, par M. Pierre Mérian, traduit de l'allemand par M. J. Kœchlin-Schlumberger.

La formation du lias se montre dans les Alpes du Vorarlberg d'une manière remarquable, et renferme dans une partie de ses couches un grand nombre de fossiles bien conservés qui rendent la comparaison de ce terrain possible avec celui d'autres localités, comme par exemple avec celui de la Souabe ou des monts Jura. Le caractère paléontologique général est un peu différent, mais cela ne doit pas étonner, si l'on sait que l'assertion si souvent mise en avant que les faunes géologiques anciennes présentent plus d'uniformité, même à de grandes distances géographiques, que les faunes plus récentes ou vivantes, n'est pas confirmée par l'observation. Ainsi la coquille la plus caractéristique du lias inférieur dans l'Allemagne méridionale, la *Gryphea arcuata*, paraît manquer totalement dans les montagnes du Vorarlberg.

Par contre, on trouve sur le passage du Spuller des bancs de calcaire qui, par les *Ammonites Conybeari* et *Belemnites acutus*, désignent bien les couches les plus inférieures du lias.

Au-dessous de ces couches, correspondant aux assises les plus inférieures du lias, apparaît dans le Vorarlberg, et plus à l'est dans la chaîne des Alpes, une série de terrains qui présentent un caractère tout particulier de nouveauté, et qui ne trouvent même pas, pour aucun de leurs membres, des analogues en Souabe ou dans les monts Jura. Cette série a été décrite avec détail par M. Escher de la Linth dans le volume XIII des *Mémoires*

de la Société helvétique des sciences naturelles; je vais en donner un résumé succinct en commençant par le haut.

Immédiatement au-dessous du lias se développent des assises calcaires qui atteignent quelquefois une grande puissance; elles renferment beaucoup de polypiers, et plusieurs autres fossiles parmi lesquels se remarque surtout une bivalve appelée vulgairement bivalve du Dachstein (*Megalodon scutatus*, Schafh.) (1), et qui atteint jusqu'à la grosseur d'une tête d'homme. Cette assise constitue le calcaire du Dachstein des géologues autrichiens, et est supportée par un calcaire schisteux fissile, le plus souvent de couleur noire, renfermant en beaucoup de points de nombreux restes organiques; on peut signaler parmi les plus caractéristiques *Gervillia inflata*, Schafh., plusieurs espèces d'*Avicula* de la division des *gryphæatæ*, *Plicatula interstriata*, Emerich, et une coquille très voisine de la *Cardita crenata*, Goldf., nommée par M. de Hauer *Cardium austriacum*.

Cette formation, déjà décrite par Léopold de Buch, est désignée par M. Emerich sous le nom de *couches à Gervillies*, par les géologues autrichiens sous celui de *couches de Kässen*. Elle se trouve intimement liée au calcaire du Dachstein; les Bélemnites manquent dans les deux assises, et les Ammonites paraissent y être très rares.

Au-dessous, on voit suivre des dolomies grises très puissantes dans lesquelles il n'a pas encore été rencontré de fossiles jusqu'à présent. Leurs masses constituent une partie principale des Alpes calcaires du Vorarlberg.

Ces dolomies reposent sur un grès souvent très compacte, gris verdâtre, ordinairement rempli de restes végétaux dont les espèces s'accordent avec celles du terrain de Souabe appelé *Lettenkohle* (2), comme par exemple *Equisetum columnare*, *Pterophyllum longifolium*, et plusieurs autres. Ces assises paraissent donc répondre à la formation du keuper de l'Europe occidentale.

En relation intime avec ce grès du keuper, apparaît un calcaire tantôt noirâtre, tantôt grisâtre, dans lequel se rencontrent çà et là des coquilles pétrifiées. Au Kuhn de Triessn, M. Escher de la Linth a rencontré la *Hutobia Lammeli*, Wissn., découverte pré-

(1) *Geognostische Untersuchungen des südbayerischen Alpengebirges*, Munich, 1831, pl. 23, 24.

(2) M. Quenstedt, dans son *Floetzgebirge Württemberg's*, place cette couche à la tête de ses quatre divisions du *muschelkalk*.

(Note du trad.)

cédemment dans le Tyrol méridional. Ces assises paraissent recouvrir immédiatement le gypse qui se montre dans plusieurs localités du Vorarlberg. Au-dessous se trouve le grès rouge, souvent sous forme de conglomérat, connu dans les Alpes sous le nom de *verrucano*, et qui de son côté repose directement sur les roches cristallines.

Dans le courant de l'été de 1854, j'ai eu occasion, en compagnie de M. Suess de Vienne et de M. Escher de la Linth, de poursuivre ces assises inférieures du keuper vers l'est jusqu'au delà d'Innsbruck. Dans une coupe mise à nu derrière la maison de maître des mines de sel de Hall, et qui nous a été indiquée par M. Priozinger, conducteur des mines en lieu, nous trouvâmes, sous une couverture de dolomie, le grès du keuper traversé par plusieurs bancs de calcaire. Ces derniers renferment un grand nombre des fossiles les plus caractéristiques de la formation de Saint-Cassian dans le Tyrol méridional, parmi lesquels prédomine la *Cardita crenata*, Goldf. Elle est accompagnée par plusieurs *Myophoria*, par l'*Ammonites Johannis Austriae* de la famille des Ammonites globuleuses (*globosæ Ammoniten*) et beaucoup d'autres espèces. Le grès du keuper, renfermant beaucoup de restes de plantes malheureusement indéterminables, occupe surtout les assises inférieures de la série, et recouvre une *rauhwacke*, qui elle-même est immédiatement superposée au terrain de Hasel (*Haselgebirge*) des mines de sel de Hall.

La même série des couches de grès du keuper, alternant avec des bancs de la formation de Saint-Cassian, est à découvert dans une coupe encore plus belle, dans la vallée de Lafatsch, au nord de Hall. L'ensemble des couches, du reste entièrement conforme à celui de la maison de maître de Hall, se présente là en bancs verticaux. Le marbre coquillier opalin (*opalisirender muschelmarmor*) de cette localité, connu depuis longtemps, fait partie des couches affleurantes de la formation de Saint-Cassian.

La même occurrence se montre évidemment encore en plusieurs points du voisinage. Plus à l'O. nous la trouvâmes immédiatement au N. de Telfs, où dans les bancs remplis des fossiles de Saint-Cassian on voit aussi le marbre coquillier opalin. Des assises charbonneuses du keuper ont donné lieu ici à des travaux de recherches de houille. A Imbst il existe de pareils travaux, dans le voisinage desquels on rencontrerait probablement les fossiles de Saint-Cassian. Depuis là on peut suivre, sur une ligne non interrompue, les affleurements du grès du keuper, en passant au sud de Gramais, par Dalaas, Bludenz et le Kuhn (cime) de Triasn. Dans les assises

keupériennes du Vorarlberg, il est vrai, on n'a pas encore trouvé jusqu'à présent le calcaire à fossiles de Saint-Cassian.

Ces observations me paraissent autoriser la conclusion : que toute la suite des couches dérites, depuis le calcaire du Dachstein jusqu'au terrain de Hasel, sont à considérer comme parallèles, dans la série des formations, avec le keuper de la Souabe et des monts Jura. Il est même probable que le terrain de Hasel, renfermant le sel gemme dans le Tyrol et le pays de Salzburg (*österreichischen Salzkammergut*), doit aussi être rangé dans les divisions inférieures de la formation keupérienne. Il en résulterait qu'au keuper de l'Europe occidentale, qui se présente le plus souvent comme formation terrestre et littorale, correspondrait à l'est une formation marine, qui viendrait combler la lacune, si bien marquée entre les formations également marines du lias et du muschelkalk, et qui, par les restes organiques, formerait le passage entre les faunes de ces deux formations. La formation de l'est atteint une bien plus grande puissance, comme cela est ordinaire pour les formations marines, que la formation parallèle du keuper proprement dit de l'ouest. Dans le Tyrol septentrional, il y aurait un empiétement partiel des couches terrestres sur les couches marines.

Il a existé, en partie jusque dans ces derniers temps, sur la position exacte du calcaire du Dachstein et des couches à *Gervillia*, des idées erronnées, qui ont amené la confusion dans l'explication des dépôts des Alpes orientales. Les progrès des recherches géognostiques ont aujourd'hui fait cesser tous les doutes dans ces contrées, et les géologues autrichiens et suisses sont maintenant parfaitement d'accord sur l'ordre dans lequel se suivent les couches. Il reste seulement une différence dans les dénominations. Les savants autrichiens, mus à ce qu'il paraît par la présence de quelques brachiopodes de formes peu remarquables, qui passeraient du lias dans le calcaire du Dachstein et la couche à *Gervillia*, croient devoir considérer ces deux dernières assises comme une division inférieure du lias, propre à l'Europe orientale, pendant que nous autres en Suisse nous trouvons plus convenable de comprendre, sous la dénomination commune de formation de Saint-Cassian, tout l'ensemble des assises dont le développement a été récemment découvert dans l'est, et de considérer ainsi le calcaire du Dachstein et les couches à *Gervillia* comme division supérieure, et les assises caractérisées principalement par les Ammonites globuleuses, sous-jacentes à la masse principale de la dolomie, comme division inférieure de la formation de Saint-Cassian. Ceci, on le

conçoit, est une divergence qui ne touche pas à l'ordre de superposition des couches, mais qui établit seulement une différence dans le point de séparation du lias et du keuper, différence qui est d'une importance très secondaire.

La division supérieure de la formation de Saint-Cassian se montre aussi sur le versant méridional des Alpes, dans les environs des lacs de Côme et de Lugano. Plus au sud, dans le val di Scalve et le val Trompia, on a aussi rencontré la division inférieure avec les Ammonites globuleuses. Elle se distingue ici du muschelkalk qui apparaît également dans ces contrées, mais qui paraît absolument manquer sur le versant nord des Alpes du Vorarlberg et du Tyrol. Les relations entre la division inférieure de la formation de Saint-Cassian et le muschelkalk, plus à l'est, ne paraissent pas encore établies avec une clarté suffisante. Avec la grande activité qui règne aujourd'hui dans l'exploration des Alpes autrichiennes, nous aurons bientôt une explication satisfaisante sur ce point.

Vers le midi, dans la presqu'île italienne, notre formation, d'après les indications existantes, paraît jouer un rôle assez important dans la constitution des montagnes de ce pays. Dans les Alpes occidentales, la division supérieure a déjà été signalée dans la chaîne du Stockhorn et jusqu'au lac de Genève. Là aussi des recherches prochaines compléteront bientôt nos connaissances.

Additions du traducteur.

Je me permets d'accompagner le travail de mon savant ami, et avec son approbation, de deux notes qui me semblent être bien à leur place ici.

L'une a trait à l'histoire du classement du terrain de Saint-Cassian dans la série des formations, question que les recherches récentes de MM. Escher de la Linth et Mérian ont mise hors de doute; l'autre contient quelques observations sur les fossiles de Saint-Cassian, sous le point de vue des espèces dont M. le comte Münster et M. Klipstein me paraissent avoir par trop multiplié le nombre.

Note I.

Le petit travail qui va suivre a besoin d'indulgence pour deux motifs; d'abord parce que c'est une pure compilation, et en second lieu parce que je crains que l'exiguïté de ma bibliothèque ne l'ait rendu incomplet. J'espère cependant qu'on ne le lira pas

sans quelque intérêt, et qu'on sera bien aise de savoir à qui revient le mérite d'avoir amené la solution de la question de l'âge de la formation de Saint-Cassian, question controversée jusque dans ces derniers temps.

On verra surtout avec plaisir ressortir de ces recherches un fait qui honore la science pure dans un de ses adeptes les plus éminents (1).

Je procède naturellement par ordre de dates.

M. de Buch, lorsqu'en 1823 (2) il exposa sa théorie de dolomisation des montagnes du Tyrol méridional, s'occupa peu ou point des couches de Saint-Cassian, et ne chercha pas en général à paralléliser les dépôts stratifiés de ces montagnes avec ceux d'autres contrées.

Mais la carte que cet illustre savant a jointe à son mémoire comprend la formation de Saint-Cassian, qui y est rangée avec la *Pierre coquillière compacte*, et placée ainsi entre la dolomie au-dessus et le grès rouge au-dessous. Cette indication, quoique vague encore, n'était pas très éloignée de la vérité.

La publication du bel ouvrage de Goldfuss a commencé en 1826 et s'est terminée en 1844. On n'y trouve aucune indication sur la place à assigner à la formation de Saint-Cassian, pas même dans le dernier volume. On sait que dans ce livre, l'auteur ne discute généralement pas l'âge relatif des terrains; seulement on voit dans les trois tables de matières, où les genres sont rangés d'après l'âge des formations, combien alors il y avait encore d'incertitude sur l'âge de la faune de Saint-Cassian, puisque les espèces décrites et figurées y sont placées dans les formations les plus différentes. Ainsi :

(1) Je réunis dans ce que j'ai à dire la formation de Saint-Cassian au terrain saliférien de Hallstadt et Aussée, et sous ce rapport je me permets d'être plus affirmatif que M. Mérian, et de croire que la contemporanéité de ces dépôts, fondée sur l'identité d'un certain nombre de fossiles, ne peut plus être mise en doute.

Ainsi, nous rencontrons dans les deux localités les *Ammonites Gaytoni*, Klip., *A. bivarinatus*, Münst., *A. angustilobatus*, de Haüer, *A. Ann*, Münst. La dernière espèce, qui se distingue si bien de toute autre par sa forme particulière, a déterminé principalement ma conviction. Cette espèce est abondante à Saint-Cassian, un peu moins à Hallstadt, mais elle se présente dans les deux gîtes d'une manière tout à fait identique, sauf la taille.

(2) *Ann. de chim. et de phys.*, vol. XXIII, p. 276.

- 1 espèce est placée entre le silurien et le muschelkalk ;
- 3 espèces sont placées entre le silurien et l'oolithe inférieure ;
- 1 espèce est placée après le calcaire de transition ;
- 4 espèces sont placées entre le grès bigarré et le muschelkalk ;
- 2 espèces sont placées entre le muschelkalk et le lias ;
- 3 espèces sont placées entre le keuper et le lias ;
- 1 espèce est placée avant le lias ;
- 3 espèces sont placées entre le lias et l'oolithe ;
- 1 espèce est placée entre l'oolithe inférieure et l'oolithe ;
- 2 espèces sont placées entre l'oolithe et la craie.

La *Monotis salinaria*, Bronn, du terrain saliférien de Hallstadt, est placée par Goldfuss au-dessus du calcaire jurassique de Pappenheim.

Dans la première édition de la *Lethæa geognostica* de M. Bronn (1835 à 1838), nous trouvons sur le tableau de la série successive des terrains stratifiés celui de Saint-Cassian embrassant, d'après sa faune, à la fois le *muschelkalk*, le *keuper*, le *lias* et le terrain *jurassique*, jusques et y compris le *Jura blanc*, qui répond au terrain à chailles des monts Jura ou à l'oxfordien du *Prodrome* de M. Alc. d'Orbigny. Le grand nombre d'espèces trouvées à Saint-Cassian, et qu'on cherchait à identifier avec plus ou moins de succès avec d'autres espèces déjà connues, avait conduit à ce système, déjà pratiqué par M. Goldfuss, d'admettre que les fossiles de Saint-Cassian appartiennent à un grand nombre d'étages ou de formations différentes ; aussi M. Bronn, quand il cite les espèces de Saint-Cassian attribuées au *muschelkalk* comme *Encrinites litiformis*, *Terebratula vulgaris*, ne manque-t-il pas de dire que ces espèces existent là avec d'autres fossiles mélangés.

M. Wissmann, qui a visité Saint-Cassian en 1840, et qui donne une description (1) exacte des dépôts stratifiés de cette localité et de ses environs, répète à plusieurs reprises qu'il lui est impossible d'assigner, même d'une manière approximative, la place que doivent occuper les assises fossilifères de Saint-Cassian dans la série des formations géologiques ; il se plaint de ce que la publication faite par Goldfuss de quelques-uns des fossiles si bien conservés de Saint-Cassian n'ait engagé personne à s'occuper spécialement de cette localité.

M. le comte Münster, dans le même recueil, affirme qu'une comparaison bien consciencieuse lui a fait reconnaître l'identité de

(1) *Beiträge zur Petrefactenkunde*, etc., publiées par le comte Münster, 4^e cahier, 1844.

l'Encrinus liliformis, Mill., et de la *Terebratula vulgaris*, Schloth., de Saint-Cassian, avec les mêmes fossiles du muschelkalk (1).

Dans la partie géologique de l'ouvrage de M. Klipstein (2), l'auteur cherche à indiquer les relations des différentes assises ou formations entre elles, sans vouloir les paralléliser avec celles des contrées déjà connues et étudiées, et finit par dire que ce problème est au-dessus de ses forces.

M. de Hauer (3), dans son beau travail sur les céphalopodes des environs de Hallstadt, consacre un petit chapitre à la position qu'occupent ces couches dans la série des formations, mais il n'arrive à aucune conclusion. Il cite les opinions assez divergentes des différents auteurs allemands sur cette question. Ainsi, d'après Lill de Lilienbach (1830), il faudrait voir dans cette formation du jurassique; M. Bronn (1832), d'après l'examen des restes organiques, la placerait dans le lias; enfin M. Quenstedt (1845), qui a visité la localité de Hallstadt, serait disposé, en raison de l'analogie de certaines Ammonites, à la ranger dans le néocomien. M. de Hauer ne se prononce pour aucune de ces manières de voir; il croit qu'il faut provisoirement se borner à bien définir la position qu'occupe ce calcaire ou marbre coquillier relativement aux autres formations de la localité.

M. Quenstedt (4) me paraît être le premier savant qui ait proposé la réunion du saliférien de Hallstadt avec les couches de Saint-Cassian. Si son idée, avancée du reste d'une manière tout hypothétique, d'en faire du néocomien ne s'est pas confirmée, il n'en aura pas moins rendu un grand service à la science par une comparaison plus intelligente et un examen plus consciencieux des fossiles des deux localités.

M. Morlot (1847) (5) réunit avec raison les formations de

(1) Cependant, quant à *l'Encrinus liliformis*, cette identification ne paraît pas tout à fait certaine. Que l'on compare les figures de Münster avec celles de Goldfuss, et l'on y trouvera des différences sensibles. Ainsi, sans parler de l'ornementation différente des surfaces articulaires, les articles de l'espèce de Saint-Cassian présentent, en dehors de la crénelure, un espace lisse et un renflement arrondi qui ne se voit pas à *l'Encrinus* du muschelkalk.

(2) *Beiträge zur geologischen Kenntniss der östlichen Alpen*, Glessen, 1845.

(3) *Die Cephalopoden des Salzkammergutes*, Vienne, 1846.

(4) *Petrefactenkunde Deutschlands*, Tübingen, 1846-1849, p. 236.

(5) *Erläuterungen*, etc. Explication de la carte géologique des Alpes du nord-est, Vienne, 1847.

Hallstadt et d'Aussée avec leurs nombreuses et singulières Ammonites à celle de Saint-Cassian, mais, quant à l'âge de ces dépôts, il reste dans le vague et croit devoir s'en tenir à l'opinion de Buckland (1), émise il y a 33 ans, et d'après laquelle le calcaire alpin était contemporain avec le lias et le jurassique. Adoptant à défaut de toute autre cette manière de voir, l'auteur serait disposé comme la chose la plus vraisemblable à classer la partie inférieure du calcaire alpin dans le lias et le Jura brun, et la partie supérieure dans le Jura blanc des auteurs allemands. Mais ce sont là des généralités, et M. Morlot s'abstient de nous dire dans laquelle des deux divisions, supérieure ou inférieure, il convient de placer les formations dont il est question.

C'est dans cet état de la question, que je trouve dans le *Bulletin de la Société géologique*, qui reproduit la séance du 15 mars 1847, les paroles remarquables et vraiment prophétiques de M. Élie de Beaumont. Après avoir établi qu'il n'y a pas plus de raison pour admettre une séparation nette des faunes entre les grandes formations qu'entre leurs subdivisions, et que s'il existe de pareilles séparations elles ne sont dues qu'à des lacunes et au défaut d'avoir pu découvrir jusqu'à présent les couches qui relient les terrains dont la démarcation paléontologique est trop tranchée, ce géologue ajoute, *la faune si curieuse que MM. le comte Münster, Wissmann et Klipstein ont signalée à Saint-Cassian semble destinée à faire disparaître la lacune correspondant aux marne irisées.*

Cette prédiction, qui s'est si bien confirmée, peu répandue d'abord sans doute, n'a pas été assez appréciée, ainsi qu'on va le voir.

M. de Hauer (2), vers la fin de 1847, a fait connaître à la Société géologique de France : 1° que MM. de Buch et Ewald passant à Vienne à leur retour d'Italie, ont pu se convaincre, dans les collections de Vienne, que le marbre de Hallstadt (*saliférien*) était identique avec les couches de Saint-Cassian, et qu'il appartenait

(1) Voici ce que dit M. Buckland (*Annals of philosophy*, juin 1821) quant à la formation de Hallstadt, et que j'extrai de *Outlines of the geology of England and Wales*, de Conybeare et Phillips, 1822, p. 469 :

« A Hallstadt, il (le lias) occupe une position semblable entre » l'oolithe et le grès rouge marneux qui recouvre la pierre calcaire » salifère, et est rempli d'Ammonites, de Bélemnites et d'autres fos- » siles du lias. »

(2) Lettre de M. de Hauer, *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., p. 78, séance du 20 décembre 1847.

comme elles au trias; 2° qu'au Rossfeld, près de Hallein, il existait un dépôt de véritable néocomien, avec beaucoup de fossiles identiques avec ceux des Basses-Alpes, et dont la roche différait complètement de celle du saliférien de Hallstadt et d'Aussée.

Le même auteur, dans une publication (1) qui fait suite à celle déjà citée, nous fait voir que le calcaire rouge alpin d'Adneth doit être distingué du saliférien de Hallstadt, puisqu'il ne renferme que des fossiles jurassiques (2).

M. Bronn, dans l'*Index palæontologicus* (1849), donne à la formation de Saint-Cassian la lettre *h* et la place ainsi à la base du trias et au-dessous du grès bigarré. Cependant dans l'avant-propos du volume, qui a pour titre *Enumeratio palæontologicus*, page 2, il convient qu'il lui reste des doutes et que cette formation serait peut-être mieux placée après *i*, c'est-à-dire entre le grès bigarré et le muschelkalk. Quant aux fossiles de Hallstadt, M. Bronn, dans le même volume, les range dans le lias en leur conservant cependant une lettre particulière (*M*) pour les grouper et les séparer du lias ordinaire (*m*).

M. Alc. d'Orbigny, avec la sagacité hardie et heureuse qu'on lui connaît, a osé aborder franchement la question, en créant dans son *Prodrôme* (1849) le saliférien, parallèle au keuper, et en y logeant aussi bien la faune de Saint-Cassian que celle de Hallstadt.

Je ne dois pas omettre de parler ici de M. Schaffhaeute, qui depuis 1846 jusque dans les derniers temps, a exploré avec une grande persévérance les Alpes de la Bavière et qui a enrichi la science de nombreuses et utiles observations. Dans ses publications il revient naturellement très souvent sur la question de l'âge de la formation qui nous occupe ici. En 1854 (3) encore, ce savant croyait probable que le calcaire à *Ammonites globulenses* (terrain

(1) *Über neue Cephalopoden aus den Marmor-schisten von Hallstadt und Aussée*, Wien, 1849, p. 36.

(2) Ce qui a pu contribuer pendant quelque temps à faire confondre ces deux formations, à part leur couleur rouge, c'est surtout la circonstance que l'on rencontre également dans ce jurassique, sinon à Adneth même, du moins dans la carrière de Saint-Jacob, située dans le voisinage. *Orthoceras alveolatis*, Münst., et cela avec abondance. La présence d'un représentant d'un genre que l'on était habitué à attribuer exclusivement aux terrains de transition, dans le jurassique et le saliférien à la fois, a dû nécessairement brouiller les idées.

(3) *Neues Jahrbuch*, année 1854, 2^e cahier, p. 432, 433.

de Saint-Cassian) était parallèle au jurassique supérieur, et il ne craignait pas, en faveur de son opinion d'un âge plus récent que celui admis alors par M. de Hauer, d'alléguer la ressemblance de certaines Ammonites du néocomien avec les Ammonites globuleuses, telles que les *A. infundibulum*, d'Orb., *bipunctatus*, Quenst. (*A. Largillierianus?* d'Orb.). En 1854 (1), après les beaux travaux de M. Escher de la Linth, cette opinion s'est modifiée, mais comme M. Schafhaente insiste sur la circonstance, que l'*Ammonites bisulcatus*, Brug., bien caractérisée, se rencontre dans les Alpes bava-roises avec les Ammonites globuleuses et que ces dernières sont considérées par les géologues autrichiens et suisses comme appartenant au muschelkalk, on aurait, d'après lui, le choix entre ces deux formations, soit en admettant que les Ammonites globuleuses montent jusqu'au lias, ou bien que l'*Ammonites bisulcatus* descende jusqu'au muschelkalk.

C'est en 1851, que M. Escher de la Linth a fait dans le Vorarl-berg les recherches importantes, dont il est question dans le mémoire de M. Mérian. Le résultat de ces recherches, concluant déjà, a été amplement confirmé par les observations subséquentes faites sur le versant des Alpes et dans le Tyrol septentrional, et auxquelles M. Mérian et M. Suess ont concouru, et ainsi le problème de l'âge de la formation de Saint-Cassian et de Hallstadt se trouve être résolu.

Je répète ce que j'ai dit au commencement de ma note ; je n'ai pas à ma disposition toutes les publications sur la matière, et surtout je ne possède que très incomplètement celles de Vienne ; j'ai donc pu omettre quelques faits ou quelques dates, mais je proteste ici de mes bonnes intentions ; j'ai cherché la vérité et n'ai voulu blesser la susceptibilité de personne.

Nota II.

Les personnes qui manipulent beaucoup de fossiles ont dû s'apercevoir, comme moi, de la tendance fâcheuse qui entraîne les paléontologues, qui publient des ouvrages à figures, à trop multiplier les espèces ; mais je crois qu'il y a peu d'exemples où cette tendance, je pourrais presque dire cette manie, ait été portée aussi loin que pour les fossiles de Saint-Cassian. M. le comte Münster (2) s'était déjà laissé entraîner sur cette pente, mais son successeur

(1) *Ibid.*, année 1854, 5^e cahier, p. 557.

(2) *Beiträge zur Petrefactenkunde.*

M. Klipstein (1) a beaucoup renchéri sur lui et me paraît même avoir dépassé toute mesure.

Si nous prenons les Ammonites, il me paraît de toute évidence que M. le comte Münster a séparé de l'*A. Aon* deux espèces qui n'en sont que des variétés. Ainsi on voit bien, sur la planche 15, que la figure 28 *b.* de l'*A. Brotheus* passe à celle *a.* puis à celle *d.* de la même espèce ; d'un autre côté l'*A. furcatus*, fig. 29, me paraît un passage entre la fig. 28 *d.* et la fig. 27 qui représente l'*A. Aon*.

On trouve fréquemment à Saint-Cassian l'*A. Brotheus*, réuni sur le même individu, à l'*A. Aon* ; M. le comte Münster nous le dit lui-même, page 137 de l'ouvrage cité ; voici ce passage :

« Il est surprenant, que deux espèces aussi différentes puissent cependant passer l'une à l'autre ; ainsi on rencontre assez souvent à Saint-Cassian des Ammonites, dont les deux derniers tiers, ou même les derniers trois quarts du dernier tour paraissent appartenir à l'*A. Aon*, tandis que l'autre tiers ou quart ne peut se distinguer de l'*A. Brotheus*. Sur trois de ces exemplaires, que j'ai devant moi, il n'y a cependant sur la dernière partie du tour que la moitié du nombre de côtes propre à la véritable *A. Aon*, et les tubercules sont non-seulement plus gros et plus rapprochés, de manière qu'il y a toujours un plus grand nombre et de plus gros tubercules sur une côte, mais ils ne forment pas dans la direction opposée, c'est-à-dire dans le sens de la longueur, des rangées concentriques. »

Le nombre des côtes est un caractère si variable dans l'*A. Aon*, qu'il est impossible d'en déduire une différence spécifique ; je possède ainsi plusieurs échantillons, dont les côtes sont plus de deux fois aussi nombreuses que dans l'échantillon type de l'*A. Aon*, pl. 15, fig. 27.

On voit par cette citation à quel point les meilleurs esprits se laissent fasciner par l'entraînement à faire des espèces, car il n'y a certainement pas de preuve plus évidente de la nécessité de réunir deux espèces, que de les rencontrer ensemble sur le même individu.

Quand cette variation assez extraordinaire de l'*A. Aon*, que nous venons de considérer dans l'*A. Brotheus*, est arrivée à sa dernière limite, on a les formes des *A. mirabilis*, pl. 5, fig. 2, *A. larva*, pl. 7, fig. 9, *A. armato-cingulatus*, pl. 7, fig. 10, de M. Klipstein, qui ne peuvent être séparées de l'*A. Aon*. Cet auteur, en confirmant le fait ci-dessus signalé par le comte Münster, en indique lui-même un plus saillant encore, c'est-à-dire la réunion, à l'*A. Aon* sur le

(1) *Beiträge zur geologischen Kenntniss der östlichen Alpen.*

même individu, d'une espèce plus éloignée de cette dernière que l'*A. Brotheus*, c'est-à-dire l'*A. armato-cingulatus*. A l'occasion de cette dernière espèce, M. Klipstein fait observer que ces Ammonites à tubercules comme *A. Aon*, *A. Brotheus*, *A. furcatus*, Münst. et *A. mirabilis*, *A. larva*, *A. armato-cingulatus*, *A. equinodosus*, *A. Feltheimii*, *A. Credneri*, *A. noduloso-costatus*, Klip., forment un groupe dont les espèces sont rapprochées et offrent des passages, et qu'il est possible qu'avec un plus grand nombre d'individus, ayant des lobes toujours visibles, on puisse arriver à réduire le nombre des espèces.

Pour moi, il n'y aucun doute que les espèces suivantes doivent être réunies à l'*A. Aon*, Münst., pl. 15, fig. 27.

- Ammonites mirabilis*, Klip., pl. 5, fig. 2.
- *Humboldti*, Klip., pl. 5, fig. 5.
- *spinulo-costatus*, Klip., pl. 5, fig. 6.
- *Credneri*, Klip., pl. 6, fig. 10.
- *nodo-costatus*, Klip., pl. 6, fig. 12.
- *Dechenii*, Klip., pl. 6, fig. 6.
- *equinodosus*, Klip., pl. 7, fig. 4.
- *Feltheimii*, Klip., pl. 7, fig. 3.
- *subdenticulatus*, Klip., pl. 7, fig. 7.
- *armato-cingulatus*, Klip., pl. 7, fig. 10.
- *Zeuschneri*, Klip., pl. 8, fig. 2.
- *noduloso-costatus*, Klip., pl. 5, fig. 7.
- *larva*, Klip., pl. 7, fig. 9.
- *Ruppelii*, Klip., pl. 9, fig. 3.
- Ceratites Jaegeri*, Klip., pl. 8, fig. 4.
- Ammonites Brotheus*, Münst., pl. 15, fig. 28.
- *furcatus*, Münst., pl. 15, fig. 29.
- Ceratites dichotomus*, Münst., pl. 14, fig. 18.
- *bipunctatus*, Münst., pl. 14, fig. 17.
- Goniatites furcatus*, Münst., pl. 14, fig. 11.

Il me reste de l'incertitude sur l'*A. Mandelstohli*, Klip., pl. 6, fig. 2, que je ne possède pas; les caractères par lesquels cette Ammonite s'éloigne de l'*A. Aon* sont des côtes plus écartées et des rangées de tubercules moins nombreuses; mais ces circonstances, prises isolément, se rencontrent dans plusieurs autres variétés de l'*A. Aon*.

Si je parais ainsi trancher dans le vif pour ces déterminations, je dois faire observer que je ne suis pas seul de mon opinion et que presque tous les auteurs qui se sont occupés de cette faune avant moi ont abondé dans mon sens. Ainsi M. de Hauer, dans le tableau général des Ammonites d'Hallstadt et d'Aussée, réunit trois des espèces susdites à l'*A. Aon*, c'est-à-dire *A. Credneri*, Klip., *A. noduloso-*

costatus, Klip. et *spinuloso-costatus*, Klip., et, s'il ne parle pas des autres variétés, c'est que probablement elles ne se rencontrent pas dans la localité dont il s'occupe. M. Alc. d'Orbigny, dans le *Prodrome*, réunit à *P. A. Aon*, Münster., huit espèces de Saint-Cassian, de Münster et Klipstein; au total il réduit les 38 espèces, qu'il nomme de ces auteurs, à 20.

M. Morlot (1) reproche l'exagération du nombre d'espèces à M. Klipstein; M. Quenstedt (2) comprend aussi le comté Münster dans sa critique, et réunit 11 Ammonites et 1 Cératite à *P. A. Aon*.

Cet auteur est de l'opinion que les espèces qui ont été publiées comme Cératites et Goniatites, par MM. Münster, Wissmann et Klipstein, ne sont que des Ammonites très jeunes dont les lobes ne sont pas assez développés pour montrer les dentelures caractéristiques. Quant à *P. A. Aon*, j'ai trouvé cette observation confirmée. Ainsi on ne voit aux jeunes individus de cette espèce (jusqu'à 8 millimètres de diamètre et peut-être plus) une dentelure très élémentaire qu'à l'extrémité inférieure des lobes, tandis que les côtés des lobes et les selles en sont complètement dépourvus. Mais je ne crois pas que cette remarque doive s'étendre à toutes les petites Ammonites de Saint-Cassian, et par exemple *P. A. bicarinatus*, Münster., a déjà des lobes dentelés dans tous leurs contours au diamètre de 2 millimètres. Cette circonstance est même presque le seul moyen de distinguer cette Ammonite, quand elle n'a que d'aussi faibles dimensions, de la *Goniatites pisum*, Münster. Cette dernière espèce, jusqu'au diamètre de 6 millimètres qui est la taille de mon plus grand échantillon, a ses lobes sans aucun ornement. D'autres différences existent sans doute entre ces deux espèces de genres différents, mais elles ne sont guère appréciables avec des individus de quelques millimètres.

M. Quenstedt fait de la *Goniatites Eryx*, Münster., pl. 14, fig. 9, une Ammonite, quoique, même dans les plus grands diamètres qu'on ait rencontrés, les lignes des lobes ne montrent aucune découpe; il en agit ainsi par le motif que le lobe dorsal serait fendu, et le tube du siphon dirigé en avant. L'état de mes échantillons ne m'a pas permis de constater le dernier point; j'y ai vu que le siphon se trouve séparé, par un intervalle sensible de 1/6 à

(1) *Erläuterungen*, etc. (Explication de la carte géologique des Alpes du nord-est), Vienne, 1817, p. 422.

(2) *Petrefactenkunde Deutschlands*, Tübingen, 1846-1849.

1/8^e de millimètre, de la surface du dos dépourvue de son test. Le même auteur réunit à cette espèce, et je crois avec raison :

- Goniatites Beaumonti*, Klip., pl. 8, fig. 8.
- *infrafurcatus*, Klip., pl. 8, fig. 9.
- *suprafurcatus*, Klip., pl. 8, fig. 10.
- *Dufrenoyi*, Klip., pl. 8, fig. 20.
- *Bronni*, Klip., pl. 8, fig. 48.

De la *Ceratites Buisis*, Münster., pl. 44, fig. 15, M. Quenstedt fait une Ammonite et y réunit :

- Ammonites bidenticulatus*, Klip., pl. 5, fig. 7.
- Ceratites Bætus*, Münster., pl. 44, fig. 44.
- *Basileus*, Münster., pl. 44, fig. 46.

Enfin le même auteur réunit à *L.A. bicarinatus*, Münster., pl. 15, fig. 30, Quenst., pl. 48, fig. 10 :

- Ammonites multilobatus*, Klip., pl. 9, fig. 4.
- *Maximiliani Leuchtenbergi*, Klip., pl. 6, fig. 4.

Auxquelles il convient d'ajouter :

- Ammonites labiatus*, Klip., pl. 6, fig. 9.
- *Goldfussii*, Klip., pl. 6, fig. 4? (exemplaire de 2^{mm}, 25.)

Les *Cidaris* sont nombreux à Saint-Cassian, plutôt encore comme individus que comme espèces. Quelques-unes de ces dernières, telles que les piquants des *C. dorsata*, *C. Roemeri*, *C. alata*, représentent à elles seules plus de la moitié, peut-être les deux tiers, de tous les échantillons fossiles qu'on rencontre à Saint-Cassian; d'autres sont au contraire très rares. Les corps des *Cidaris* sont presque toujours incomplets, et ne se présentent le plus souvent qu'en plaques isolées; on conçoit dès lors que leur détermination a dû se ressentir de l'état des échantillons, et a dû rester vague et incertaine. Mais il n'en était plus ainsi pour les piquants des espèces abondantes, et dont beaucoup d'exemplaires sont en bon état de conservation; ici il n'y avait ni motif ni excuse à multiplier indûment les espèces.

M. le comte Münster a décrit et figuré, de la localité de Saint-Cassian, en <i>Cidaris</i> et <i>Hemicidaris</i> , espèces	27
M. Klipstein en a ajouté, sans compter 4 sans nom	13

Ensemble espèces. 40

Ce nombre paraît prodigieux au premier abord, mais il doit se réduire considérablement, si l'on réfléchit qu'on y a compté comme espèces les piquants sans corps et les corps sans piquants également; il y a donc double emploi, car il serait bien extraordinaire de supposer que dans cette localité il n'existât qu'une seule des deux parties qui constituent le *Cidaris* fossile. En second lieu, il faut considérer que parmi ces 40 espèces, 10 seulement sont représentées par des corps; qu'il est donc probable que les 30 espèces de piquants appartiennent en majeure partie à ces corps, et qu'ainsi le nombre des espèces pourrait se réduire hypothétiquement de 40 à 10, et les conséquences qu'on aurait pu tirer de la grande abondance de ce genre sur l'âge du terrain de Saint-Casien perdraient beaucoup de leur importance. Il va sans dire que les auteurs des espèces n'ont pas pu, plus que moi, donner à chaque corps ses piquants propres, et obtenir ainsi une réduction dans le sens de ces observations; seulement ces idées toutes naturelles auraient peut-être dû les avertir et les engager à être plus sobres en espèces.

De ces considérations générales passons aux détails.

M. Desor (1) réunit le *Cidaris catinifera*, Münster, pl. 3, fig. 23, et le *C. baculifera*, Münster, pl. 3, fig. 24, sous le nom de *C. Braunii*. Je crois cette réunion très opportune, car la différence entre les deux espèces de Münster n'atteint pas encore les écarts qu'on voit dans les piquants d'une même espèce d'échinoderme vivant. Il se présente cependant une petite objection à cette réunion; c'est que le comte Münster, dans la description de ces deux espèces pages 45 et 46, dit que la première a la facette articulaire faiblement crénelée, tandis que la seconde a cette même partie lisse. Habitué à considérer l'état crénelé ou lisse de la facette articulaire comme un caractère spécifique de premier ordre, je cherchais à me rendre raison de la contradiction apparente entre Münster et Desor, puisque ce dernier place les deux espèces dans la catégorie de celles qui ont la facette articulaire crénelée. J'ai donc examiné mes échantillons:

Sur 43 individus assez minces et cylindriques pour être rangés avec le *C. baculifera*, j'en ai trouvé 7 avec la facette crénelée, et 36 avec cette même facette lisse. Les premiers avaient généralement l'anneau au-dessus de la facette articulaire très légèrement hachuré (plutôt que crénelé); les échantillons des deux séries

(1) *Catalogue raisonné des échinides*, p. 335.

étaient bien conformes entre eux pour tout le reste, et beaucoup étaient d'une belle conservation.

Les échantillons pouvant se ranger, par leur forme plus renflée au milieu et leur plus grande épaisseur, avec le *C. catenifera*, et qui avaient conservé la facette articulaire, étaient malheureusement beaucoup moins nombreux. Sur 6 de ces échantillons appartenant franchement à une espèce identique et étant bien conservés, 4 avaient la facette lisse; les 2 autres étaient crénelés distinctement sur le tiers ou la moitié du pourtour seulement.

Je soumetts humblement les conséquences à tirer de ce conflit entre les deux paléontologues et de mes propres observations à plus savant et plus expérimenté que moi en fait d'échinodermes.

Passons maintenant au piquant du *Cidaris dorsata*, Broun, Münst., *Beitr.*, pl. 6, fig. 4. Ce dernier auteur s'exprime ainsi à ce sujet page 46 :

« Ces piquants, qui se rencontrent avec une grande fréquence à Saint-Cassian, présentent de nombreuses variations, et quelques individus offrent même des passages aux deux espèces suivantes (*C. alata*, Ag., et *C. Rameri*, Wissm.), de manière que j'avais été d'abord déterminé à les réunir dans une espèce principale à laquelle j'avais donné le nom de *Cidaris alpina*.... Quoique ces piquants figurassent dans quelques collections comme représentant 6 ou 7 espèces, je n'en ai cependant pu faire que 3, par analogie avec d'autres *Cidaris* dont les piquants diffèrent au même degré, mais je les ai considérés comme appartenant à une famille particulière. »

Ce que dit ici M. le comte Münster du passage l'une dans l'autre de ces 3 espèces est parfaitement vrai, et nous conduit naturellement à leur réunion. Les personnes les plus prévenues en faveur du système des espèces nombreuses, en voyant devant elles une grande série d'échantillons, ne feront pas de difficulté d'admettre cette conclusion (1).

Il n'en est pas tout à fait de même avec le *Cidaris semicostata*, Münst., pl. 3, fig. 20, que je voudrais aussi réunir au *C. dorsata*, car quoique au premier abord ces deux espèces ou variétés paraissent très différentes, elles se lient cependant par des passages.

(1) Quand on reçoit, déjà tout déterminés, d'un marchand, ou même d'un ami, ces piquants de *Cidaris* ou d'autres fossiles quelconques, on est moins disposé à la suppression des espèces indûment faites, car, généralement, dans ce cas, on ne voit pas les individus qui forment passage.

Quand le piquant du *C. alata* s'éloigne de celui du *C. dorsata*, il s'aplatit, prend une pointe à la partie supérieure ; sur l'un des côtés que j'appellerai le dos, les granulations deviennent beaucoup plus fines ou disparaissent même complètement ; les bords formés par les ailes deviennent plus tranchants ; le dos forme une ligne ondulée, creusée un peu au milieu de la longueur du piquant et se relevant vers la pointe, où il présente alors un ou deux plis de peu de longueur ; les bords qui forment les ailes sont généralement relevés vers le côté granulé et arrondissent alors le dos, mais aussi quelquefois ce dernier reste plat. Sur quelques échantillons très peu nombreux, mais qu'il est impossible de séparer des autres, il existe 3 à 8 côtes qui, partant de la pointe, s'étendent vers le milieu et même au delà de la longueur du piquant, et qui, quand elles sont nombreuses, se dédoublent en s'éloignant du sommet. Ces côtes sont étroites, nettes et tranchantes sur le dos ; sur l'autre côté, elles paraissent être le résultat du groupement des granulations en lignes droites. Cette dernière variété est celle qui constituerait le *C. semicostata*. L'extrémité articulaire de tous ces échantillons est parfaitement identique avec celle des *C. alata* et *dorsata*.

Outre les variations que j'ai succinctement indiquées, il en existe beaucoup d'autres, et les différents caractères y sont combinés de tant de manières diverses qu'il faudrait plusieurs pages de description et 12 ou 15 figures pour en donner une idée.

M. le comte Münster donne quelques-uns des passages du *C. alata* au *C. semicostata*, pl. 4, fig. 2 c, d, f. Dans les deux dernières figures, on voit déjà exister les côtes, mais plus nombreuses que dans le *C. semicostata*. Or le nombre de côtes ne peut pas servir de caractère spécifique : 1° parce qu'il est très variable ; 2° parce qu'il y a des échantillons lisses ou finement granulés sur le dos, identiques pour tout le reste, et même beaucoup plus abondants que ceux à côtes.

Les formes représentées par M. Klipstein, pl. 18, fig. 14, peuvent être rangées ici.

Il me semble résulter de tout cela qu'il faut aussi supprimer le *C. semicostata* et le réunir au *C. alata*, et par conséquent au *C. dorsata*.

Le *Cidaris scrobiculata*, Braun, Münst., Beitr., pl. 3, fig. 21, paraît être d'une grande rareté. Sur 1500 piquants de *Cidaris* que j'ai recueillis à Saint-Cassian, il ne s'en est trouvé qu'un seul. Il est, sauf le col, de forme sphérique, du diamètre de 4 milli-

mètres (1). La partie supérieure est recouverte de granulations comme celles des piquants de *C. dorsata*, auxquels il ressemble en tout, hormis le point que nous allons examiner.

Un peu plus de la moitié du piquant du côté du col est lisse, et occupée par de petits trous d'environ $\frac{1}{5}$ de millimètre de diamètre, qui n'ont de régularité ni dans leur espacement ni dans leur forme; les uns sont presque circulaires, d'autres sont allongés, quelquefois deux de ces trous se touchent; leurs bords non plus n'ont rien de régulier et sont très souvent plus angulaires d'un côté que de l'autre; enfin rien dans la surface qui entoure ces trous n'indique qu'ils sont partie intégrante de l'organisation de ces piquants. D'après cela j'ai dû penser que ces petites cavités devaient leur origine à quelque petit animal perforant et n'étaient qu'accidentelles. Aussi ai-je trouvé sur quelques autres piquants de Saint-Cassian, appartenant à des formes tout à fait différentes, des trous analogues, et cela rien que sur les parties lisses. Il me paraît donc que cette espèce de Münster doit aussi être réunie au *C. dorsata*.

Cidaris trigona, Münst., pl. 3, fig. 15. Cette espèce est rare; je n'en ai pu obtenir que douze exemplaires plus ou moins bien conservés, mais qui ne sont pas pour la plupart très conformes à la description et aux figures de Münster. Sur quoi, dans cette espèce, doit-on baser la valeur spécifique? Est-ce sur la forme triangulaire, est-ce sur la surface plane taillée en forme de lime? Le fait est que ni l'un ni l'autre de ces caractères n'est constant; ainsi quant au premier il y a beaucoup à en rabattre; le plus souvent il n'y a qu'une seule surface plane à bords angulaires; les deux autres qui sont censés compléter le triangle sont remplacés par un dos arrondi sans arête, forme qui alors se rapproche de certaines variétés du *C. Racmeri*; mais sur d'autres individus cette forme très imparfaitement triangulaire n'existe même plus; ils se présentent avec un aplatissement plus ou moins symétrique avec deux arêtes, et ressemblent ainsi au *C. alata*. Quant au second caractère, il n'existe pas toujours; sur 9 individus, assez bien conservés pour montrer cette surface, 5 sont ornés de granulations en lignes transverses et approchent alors du *C. Racmeri*; les 4 autres n'ont absolument et partout que la granulation ordinaire du *C. dorsata*. Les échantillons quoique peu nombreux sont très variés, et il arrive que les deux caractères principaux y sont sou-

(1) Les noms de *piquant* ou de *baguette* sont bien mal choisis pour de pareilles formes.

vent combinés de façon que la face la mieux taillée en lime appartient à un individu aplati et non triangulaire, et qu'au contraire les individus les plus triangulaires ont cette face simplement granulée comme tout le reste.

M. le comte Münster dit que la facette articulaire du *C. trigona* et l'anneau qui se trouve au-dessus sont finement crénelés (*fein crenulirt*); mais quoique mes échantillons soient bien conservés à la base, ils y sont parfaitement lisses. On a pu voir déjà pour le *C. Braunii* le peu de constance de cette crénelure de la facette; son absence ne peut donc pas m'empêcher, vu la concordance des autres caractères, de considérer mes échantillons comme de véritables *C. trigona*, Münster. J'ai hésité pendant quelque temps; aujourd'hui je suis bien convaincu que cette espèce n'est qu'une variété de *C. dorsata*.

Cidaris Hausmanni, Wissm. Ce piquant me semble former une bonne espèce, quoiqu'il se rapproche un peu, mais de loin seulement, de quelques variétés du *C. semi-costata*, Münster. Un caractère qui le distingue facilement de toute autre variété, qui me paraît constant et qui n'a pas été indiqué par le comte Münster, c'est que la facette articulaire et l'anneau au-dessus ne sont pas dans une position perpendiculaire à l'axe, mais toujours notablement inclinés sur ce dernier. Je dois avouer que mon peu d'expérience ne me dit pas si c'est là un caractère qui peut constituer une espèce.

Cidaris Brandis, Klip., pl. 18, fig. 2. Je suis très disposé à prendre ce piquant pour une variété du *C. flexuosa*, Münster, auquel il ressemble sous bien des rapports. La dernière espèce est rare; la première l'est encore davantage, puisque M. Klipstein n'en a rencontré qu'un seul exemplaire. Quand les espèces sont aussi rares il est impossible de connaître les variations naturelles qu'elles affectent; on devrait dans ce cas être d'autant plus sobre pour les espèces.

Cidaris spinulosa, Klip., pl. 18, fig. 40. L'auteur dit que le comte Münster a figuré un piquant de Saint-Cassian, qu'il a identifié avec *C. spinosa*, Ag., et que le sien, quoiqu'il lui ait donné un nom nouveau, paraît bien être le même. Le *C. spinulosa* me semble avoir bien peu de rapport avec l'espèce citée d'Agassiz qui est essentiellement cylindrique, tandis que celle de M. Klipstein est fortement renflée au milieu. L'assimilation est d'autant moins admissible que le *C. spinosa* est du terrain à chailles. Le *C. spinulosa* me paraît plutôt être une monstruosité du *C. alata* et *C. dorsata*, ainsi que les piquants sans nom, figurés pl. 18, fig. 44.

Comme mes matériaux sont loin d'être aussi nombreux que ceux dont MM. le comte Münster et Klipstein ont disposé, je dois borner ici mon examen critique, ne voulant pas trop me hasarder à juger rien que sur des figures. On aura vu cependant que les suppressions d'espèces de *Cidaris* que je propose s'élèvent à 8, à part ce que j'ai dit à ce sujet dans les considérations générales.

Les autres fossiles de Saint-Cassian auraient aussi besoin d'être passés en revue, et il résulterait certainement d'une pareille opération une grande réduction dans le nombre des espèces (1), mais ce serait là un travail long et pénible qui dépasserait les limites raisonnables d'une simple note et qui ne pourrait d'ailleurs se faire sans l'aide de planches.

Il est regrettable d'avoir à critiquer les travaux d'hommes qui ont rendu des services, et en partie des services éminents, à la science, et dont les erreurs sont dues surtout à l'influence de l'esprit du temps où leurs écrits ont vu le jour. Mais ne doit-on pas dénoncer et combattre cette exagération des espèces qui naguère encore était poussée au delà de toute mesure et même érigée en système? et après tout, nos devanciers, si nous sommes sévères pour eux, pourront se consoler avec ce qui nous attend de la part de nos successeurs, qui infailliblement nous appliqueront la loi du talion, le tout pour la gloire et le profit de la vérité.

M. Élie de Beaumont lit l'extrait suivant d'une deuxième lettre qui lui est adressée par M. Ch. S.-C. Deville *sur l'éruption du Vésuve du 1^{er} mai 1855*.

« Naples, le 27 mai 1855.

» Comme je vous l'annonçais dans ma dernière lettre, arrivé à Naples le 21 au matin, je me suis rendu dans la nuit même aux nouvelles bouches. J'ai renouvelé depuis lors deux fois cette excursion, et j'ai fait aussi trois fois en six jours l'ascension du Vésuve. Ce sont les principaux résultats de ces diverses explora-

(1) D'après le résumé présenté par M. Klipstein, les espèces de Saint-Cassian, reconnues et décrites au moment de la publication de son livre, montaient à 750. La réduction qu'une discussion raisonnée pourra opérer sur ce chiffre considérable sera en partie compensée par les nouvelles espèces que l'on rencontre tous les jours dans cette localité. Ainsi, moi-même, tout en ne possédant qu'environ le tiers des espèces ci-dessus, j'en ai cependant 20 à 25 évidemment nouvelles.

tions que je désire vous soumettre sommairement. Mais auparavant je vous dois l'histoire de l'éruption actuelle jusqu'au moment où j'ai pu l'observer moi-même. Je ne puis, pour cela, faire mieux que de l'emprunter à un travail qui m'est obligamment communiqué par M. le professeur Palmieri, l'un des membres de la Commission chargée par l'Académie royale des sciences de Naples de suivre la marche de l'éruption et de lui en rendre compte.

» Depuis 1850, rien n'annonçait l'approche d'une éruption, si ce n'est peut-être le nombre et la haute température des fumeroles du sommet, lorsque le 14 décembre dernier, à 8 heures 30 minutes du soir, s'ouvrit au pied occidental du Palo, et dans la portion sensiblement plane du plateau supérieur, une cavité conique presque circulaire, et dont le diamètre et la profondeur sont tous deux évalués à 80 mètres par M. Guiscardi, qui a donné un dessin de la nouvelle disposition du cratère supérieur.

» Tel a été à vrai dire le premier acte de l'éruption actuelle.

» Dans la matinée du 1^{er} mai, dit M. Palmieri, vers 4 heures, pendant que du sommet de la montagne s'échappait une quantité extraordinaire de fumée, qui durait déjà depuis trois jours, un sombre mugissement, répété par les remparts élevés de *Monte-Somma*, annonça tout à coup le commencement d'un nouvel et terrible embrasement. Il se forma d'abord quatre bouches qui vomirent de la lave et des blocs incandescents, mêlés à des globes de fumée lancés avec une grande violence et un bruit effroyable ; puis bientôt de nouvelles bouches parurent, de sorte que, dans la soirée du 1^{er} mai, nous pûmes en distinguer sept, et enfin, dans une nouvelle exploration, dix ou onze. Toutes ces bouches ou tous ces cratères se sont ouverts dans la direction du gouffre de décembre, sur la pente septentrionale du cône, pente rapide et couverte de *lapilli*, et qui formait précisément le chemin par lequel on descendait du sommet de la montagne. Non-seulement les anciens cratères de la cime continuèrent à rejeter des vapeurs, mais le gouffre formé en décembre 1854 devint plus profond et donna des signes d'une éruption commençante. Le cratère le plus élevé est placé au-dessous du sommet d'une quantité égale environ au quart de la hauteur du cône ; le plus bas s'élève à peine de 30 mètres au-dessus du niveau de l'*Atrio del Cavallo*. Ils sont placés tous à peu près sur une même ligne, ce qui indique que le cône s'est déchiré suivant une fissure dans toute sa longueur.

» L'ouverture supérieure ne donna qu'une petite quantité de

» laves, qui se solidifia au pied de la montagne; mais les plus
 » basses vovirent des laves abondantes et liquides qui couraient
 » sur la pente rapide comme l'eau dans un canal, et formèrent
 » deux fleuves incandescents qui, perdant de leur rapidité à me-
 » sure qu'ils avançaient en serpentant dans l'*Atrio del Cavallo*, se
 » coagulèrent en un lac de feu, qui aurait défié l'imagination d'un
 » poëte. La matière liquide se déversa vers l'ouest, du côté où la
 » portait la pente légère du terrain, et le 1^{er} mai, à 7 heures
 » 30 minutes du soir, la lave, après avoir recouvert d'autres cou-
 » rants plus anciens, vint se jeter dans le *Fosso della Vetrana*, sui-
 » vant le même cours que la lave de 1785, qui détruisit le petit
 » sanctuaire *della Vetrana* ou *Veterana*, et qui fut trouvée encore
 » chaude par Breislak, sept ans après sa sortie. En tombant dans
 » ce ravin, la lave se précipitait du haut d'un rocher vertical de
 » tuf, et formait la cascade la plus merveilleuse, détruite ensuite
 » par l'énorme quantité de scories accumulées dans le gouffre
 » situé au-dessous et qui ont entièrement changé la configuration
 » du sol. La matière incandescente qui courait dans le ravin de la
 » Vetrana atteignit les flancs de l'observatoire le 2 mai, à
 » cinq heures du matin, et à 11 heures elle se jetait dans le
 » *Fosso di Faraone*, placé au-dessous, formant une seconde cascade
 » resplendissante comme la première. Le ravin de la Vetrana a
 » environ 1 mille de long. Dans ce ravin, l'accumulation de la
 » lave atteint une hauteur de 100 et même de 150 palmes (26 à
 » 40 mètres); elle a détruit une partie des bois communaux de
 » Pollena et des taillis de châtaigniers dépendant pour la plupart
 » de Resina.

» Le 5 mai au soir, le courant enflammé se montrait près des
 » maisons des habitants effrayés de Massa et de San-Sebastiano;
 » mais toute la nuit il se maintint comme pétrifié, et le lendemain
 » matin, à 10 heures, nous le trouvâmes sans mouvement; mais
 » l'éruption, qui s'était un peu calmée dans la journée du 4, ayant
 » pris une force nouvelle dans la nuit du 5, versa de nouvelles et
 » plus abondantes laves sur les premières, et, faisant irruption sur
 » celles dont l'intérieur était encore à l'état pâteux, le torrent de
 » feu s'achemina de nouveau après la pose qu'il avait faite, et le 7,
 » vers le milieu du jour, il entourait le pont et les premières
 » habitations des deux villages en question, abandonnés par la
 » plus grande partie de leurs habitants. Du commencement du
 » Fosso di Faraone jusqu'au pont qui joignait Massa et San-Se-
 » bastiano, il courut environ 2 milles. La lave s'accumula sur
 » le pont, qui resta enseveli, et, poursuivant son chemin dans ce

» nouveau lit, se déversa sur les premières maisons et sur les
 » champs de ces deux villages, entoura, sans grand dommage, le
 » cimetière commun de Massa, Pollena et Cercola, et s'approcha
 » de ce dernier village. Là se trouve un autre pont qui fut démol
 » par ordre supérieur, afin que le torrent de feu, arrêté par lui,
 » ne vint pas se répandre sur les fertiles campagnes et sur les habi-
 » tations.

» Malgré toutes les précautions de l'autorité, le territoire et les
 » maisons de la Cercola et peut-être aussi de Pollena auraient
 » souffert de grands dommages d'un nouveau torrent, le plus con-
 » sidérable et le plus terrible que j'eusse encore vu, et qui passa
 » devant l'observatoire dans la matinée du 9, à 8 heures. Mais ce
 » dernier, en descendant le ravin de Faraone, prit à gauche, sur
 » les terres d'Apicolla, et nous le vîmes détruire, avec une vitesse
 » incroyable, forêts, arbres fruitiers et habitations champêtres, se
 » précipiter dans le ravin de *Turricchio* ou de *Scatuzzo*, et, répan-
 » dant partout la désolation, menacer *San-Giorgio a Cremano*...

» Revenons maintenant aux cratères que nous avons laissés
 » pour suivre le cours de la lave. Ils furent tous en pleine activité
 » pendant les trois premiers jours de l'éruption; mais le qua-
 » trième on vit décroître la violence de quelques-uns d'entre eux,
 » principalement des plus élevés, parmi lesquels est le plus grand;
 » les autres montrèrent aussi moins de puissance, les mugisse-
 » ments intérieurs cessèrent, et les pierres étaient lancées à une
 » moindre hauteur et avec moins d'abondance. Dans la soirée du
 » 5, les cônes inférieurs surtout reprirent de la vigueur et la lave
 » se déversa plus abondamment. Dans la soirée du 7, on vit croître
 » aussi la violence des plus élevés de ces cratères, de sorte que,
 » cette nuit et le jour suivant, on entendit de fréquents mugisse-
 » ments qui nous décidèrent à faire une nouvelle excursion, et
 » nous trouvâmes que l'un d'eux sifflait avec véhémence comme
 » la soupape de sûreté d'une énorme chaudière à vapeur, qu'un
 » autre mugissait à de courts intervalles avec un bruit indéfinis-
 » sable. Sur l'un de ces fleuves de feu dont nous avons parlé, la
 » lave avait, avec ses scories, formé un pont singulier d'un seul
 » morceau, léger et brillant, et vraiment merveilleux à voir.

» Les pierres incandescentes, accompagnées d'un grand bruit,
 » s'observèrent surtout pendant les deux ou trois premiers jours,
 » puis les blocs devinrent plus rares, et les bruits se réduisirent
 » à des souffles ou à des sifflements qui ne s'entendaient que de
 » près. Mais, dans la nuit du 5, les bruits prirent un autre carac-
 » tère. On entendit des retentissements alternatifs, comme ceux de

» deux massues qui frapperaient sur les parois d'une voûte. Ces
 » bruits n'étaient pas continus; de temps à autre, ils cessaient ou
 » devenaient très faibles. A partir de la soirée du 9, on n'entendit
 » plus de bruits retentissants, mais un sifflement semblable à celui
 » que produit le vent en passant au travers d'une fissure étroite, et
 » assez fort pour être perçu de l'observatoire, qui est cependant
 » placé en ligne droite à 2^{milles} des bouches. Le sifflement dont
 » nous parlons était produit par un petit cône parfaitement aigu à
 » sa cime; il cessa dans la journée du 12.

» La plus grande partie des pierres était lancée par un des cônes
 » du milieu, lequel, au 8 mai, resta parfaitement muet.

» Cette lave, qui, par une sorte de miracle, a laissé presque
 » intacts les villages de Massa et de San-Sebastiano et qui s'est
 » arrêtée, comme par enchantement, au-dessus de Pollena, de la
 » Cercola, de San-Giorgio, qu'elle menaçait, a parcouru un espace
 » d'environ 6 milles en longueur et a rempli presque un tiers du
 » Fosso de la Vetrana, dans lequel elle a laissé des montagnes
 » saillantes de scories. Le ravin de Faraone est comblé dans le
 » bas comme dans le haut, de sorte que, s'il venait dans la même
 » direction de nouvelles laves aussi abondantes que les premières,
 » elles pourraient être funestes à des contrées qui, jusqu'à présent,
 » n'étaient point exposées à ce genre de dangers, et alors on pour-
 » rait peut-être voir menacé l'ermitage du Salvatore, qui résiste
 » depuis 1664, et l'observatoire royal du Vésuve. Mais, si ce
 » dernier avait répondu aux questions que la science lui avait
 » posées, ses ruines seraient saluées avec respect par les savants
 » étrangers qui viennent, des contrées les plus éloignées, faire le
 » pèlerinage du Vésuve. »

» Les lignes précédentes portent la date du 14 mai. On peut
 dire que déjà l'éruption était entrée dans sa période décroissante,
 car les deux courants de lave, aussi bien celui de la Cercola que
 celui de San-Giorgio, avaient entièrement cessé d'avancer depuis
 la veille; néanmoins cette marche décroissante était fort lente,
 car la bouche, ou plutôt la fissure (les diverses bouches ne sont
 que des accidents secondaires sur la fissure elle-même) n'a jamais
 cessé de rejeter de la lave, et il s'en écoule encore actuellement
 avec une certaine abondance.

» Dans la nuit du 20 au 21, à plus de dix lieues en mer, on
 apercevait comme une écharpe de feu sur le flanc du Vésuve, et
 ce spectacle, plus frappant encore à Naples, devenait d'une beauté
 saisissante à mesure qu'on approchait de la lave. De plus, on
 observe quelque intermittence dans cette période de décroisse-

ment : de temps et temps, il y a une sorte de recrudescence dans les derniers efforts de l'éruption, non-seulement pour les fumeroles, mais aussi pour l'émission de la matière liquide. Ainsi, lorsque je vis de près, pour la deuxième fois, le courant, le 24 au matin, il avait acquis notablement de puissance depuis le 22 : on voyait la lave grossir et se gonfler, puis refondre, et entraîner avec elle les parties supérieures qui s'étaient solidifiées au-dessus d'elle, et qu'elle atteignait de nouveau. Le 26, il y avait eu nouvelle décroissance, et depuis lors cette période semble s'accélérer de plus en plus.

» C'est, au reste, le caractère particulier de cette éruption. Bien qu'elle soit incontestablement une des plus importantes qu'ait fournies le Vésuve, c'est aussi une des plus tranquilles. Peu ou point de projections, seulement quelques-unes dans les premiers jours ; les détonations ont cessé bientôt aussi. Le phénomène actuel se réduit à un déversement de la lave comme par un trop-plein, déversement qui est seulement accompagné de la sortie de vapeurs abondantes, mais à une faible pression. Aussi est-ce pour le géologue une véritable bonne fortune qu'une éruption qui permet d'étudier de près le phénomène dans des proportions aussi considérables (1).

» Je vais essayer de passer rapidement en revue les impressions que m'ont laissées les trois excursions du 22, du 24 et du 26. Je laisserai naturellement de côté tout ce qui a trait aux caractères généraux de la montagne, bien que je n'en néglige pas l'observation ; mais je n'ai pour but dans cette lettre que de chercher à faire ressortir, de mon mieux, les circonstances de l'éruption elle-même. J'ai pensé que vous trouveriez quelque intérêt à recevoir ces premières impressions telles qu'elles sont, et que vous excuseriez ce qu'il doit y avoir d'imparfait dans une rédaction faite aussi rapidement.

» Comme le fait observer M. Palmieri, dans l'historique qui précède, les diverses bouches ou ouvertures qui ont laissé écouler la lave sont à peu près alignées sur une même arête du cône dit

(1) Pour vous donner une idée de cette tranquille éruption, je vous dirai qu'étant arrivé avec mon beau-frère, M. le docteur Goupil des Pallières, dans la nuit du 25 au 26, vers minuit, sur le bord de la fissure où la lave coulait à découvert, et m'étant assis vers trois heures du matin sur la lave récemment solidifiée, je m'y suis involontairement laissé aller au sommeil, et j'ai dormi ainsi plus d'une heure à 4 ou 5 mètres seulement de la fissure.

Vésuve, arête qui va passer sensiblement au centre du cratère de 1854. Néanmoins, cela n'est pas entièrement exact. En réalité, la chose n'est vraie que pour les premiers cônes et les plus élevés : à partir du milieu de la hauteur, il y a deux lignes d'orifices placés symétriquement des deux côtés de la première, et l'axe de l'éruption est très sensiblement orienté nord-sud (de la boussole).

» Dans cette éruption, comme dans la plupart de celles qu'on a pu bien observer, les points de la fissure d'où est successivement sortie la lave se sont abaissés de plus en plus, et en même temps la puissance des émissions s'est accrue.

» L'orifice le plus élevé, placé, d'après mon observation barométrique, à 538 mètres au-dessous de la Punta del Palo, n'a donné que pendant les trois premières heures de l'éruption une très petite coulée qui n'a pas même atteint le pied du cône. Puis, immédiatement après qu'elle eut cessé de sortir, s'est ouverte une des bouches inférieures d'où s'est échappé le premier grand courant qui s'est successivement accru, comme le fait très bien concevoir la relation du professeur Palmieri.

» Ce grand courant a atteint l'Atrio, à une distance de la lave de 1850 que j'évalue à 150 ou 200 mètres. Ce n'est donc point cette lave qui l'a empêché de cruler du même côté de l'Atrio, c'est-à-dire vers l'est. On voit très bien du sommet du Vésuve (et on le verrait sans doute mieux encore du haut de la Somma) que ces deux coulées se sont fait jour tout près du point de partage des eaux dans l'Atrio, mais sur deux versants différents : aussi chacune d'elles a-t-elle éprouvé d'abord dans sa marche quelque incertitude. L'indécision de ces deux premières lignes qui s'égarèrent dans l'Atrio avant de prendre leur cours définitif est frappante des deux côtés. Elles courent alors symétriquement par rapport à la masse du Vésuve. Seulement, tandis que du côté oriental la lave de 1850, comme celle de 1834, n'a trouvé que des dépressions peu importantes, la nouvelle lave s'est précipitée, et, pour ainsi dire, enfouie dans l'immense ravin de la Vetrana. C'est ce qui explique sans doute le singulier phénomène qu'elle présente d'une émission continuelle et fort abondante par le haut, qui ne correspond, depuis quinze jours, à aucun prolongement dans la partie inférieure.

» Il y a un autre contraste très frappant entre ces deux éruptions : autant la dernière est calme, autant celle de 1850 a été bruyante et orageuse. Tandis que notre éruption n'a amené aucun changement sensible dans la disposition du cratère supérieur, en 1850, en une nuit, et sans que personne en ait pu apprécier le mode de

formation, deux immenses cavités se déterminent dans le plateau supérieur, et entre elles deux s'élève une crête qui devient le point culminant de la montagne. Au reste, n'expliquerait-on pas la diversité de ces allures par ce fait, que l'éruption de 1855 a été précédée et comme amortie par l'ouverture, quelques mois auparavant, de la grande cavité dont nous avons parlé, qui n'a cessé pendant tout l'hiver et qui ne cesse encore de rejeter des masses immenses de vapeurs et de gaz (1)?

» Les formes qu'affecte, après sa solidification, la matière même des courants, sont assez variables suivant les pentes, et, je crois aussi, suivant le degré de liquidité, ou, si vous voulez, suivant la température de la lave à sa sortie. Comme, jusqu'à présent, il est encore impossible de pénétrer assez avant dans les profondeurs de la Vetrana où la lave a pu s'accumuler sur de grandes épaisseurs, on y observe encore peu de variétés compactes; elles sont presque toutes scoriacées. Néanmoins, il y a deux manières d'être fort différentes de ces masses irrégulières. La première, qui se rapporte plus directement à ce qu'on entend habituellement par le mot de scories, forme des masses colorées en brun, en rouge, en jaune, uniquement formées de matériaux meubles dans le milieu de la coulée, et ne se consolide que sur les parois pour former les deux remparts latéraux, cette sorte de gaine incomplète que vous avez si bien décrite dans votre Mémoire sur l'Étna.

» L'autre manière d'être, toute différente de la première, consiste en masses contournées, tordues, présentant, à s'y méprendre, l'apparence de cordages grossièrement enroulés. Ici rien de fragmentaire: toute la coulée ne forme qu'un tout sans aucune discontinuité. Cette variété est toujours noire ou d'un brun extrêmement foncé; elle est hérissée à sa surface de la manière la plus bizarre, et présente une infinité de pointes aiguës et délicates dont l'extrémité est très souvent colorée par du chlorure de fer. Elle est toujours sortie après la première variété, et on la voit rarement en contact avec le sol; mais, habituellement, elle est venue s'étaler au-dessus et au beau milieu du courant composé de matières scoriacées (2)...

(1) Cette explication trouverait un appui dans ce fait, qui m'est affirmé par M. Scacchi, que les vapeurs de l'éruption actuelle, quoique très abondantes, le sont incomparablement moins que celles de 1830.

(2) M. Deville entre ici dans d'autres détails que nous pouvons supprimer sans nuire à l'intelligence de son travail. Nous devons

» La lave nouvelle présente dans ces scories un assez grand nombre de morceaux arrondis et isolés ; lorsqu'on les brise, on trouve toujours au centre un fragment de la roche ancienne du Vésuve, entouré d'une couche uniforme de la matière lavique. Une circonstance remarquable est que le fragment intérieur est toujours intact, et n'a subi aucune trace de fusion.

La vitesse avec laquelle se meut le courant de lave dépend évidemment de deux circonstances principales : le degré de fluidité

citer seulement l'observation suivante à cause de l'intérêt qu'elle présente :

« Enfin, je dois citer un fait très singulier, et qui m'a beaucoup frappé. Entre le petit courant primitif, dont j'ai déjà parlé, et la grande coulée, les reliant ensemble, se trouve immédiatement au-dessous de la bouche supérieure un espace de 40 mètres de longueur sur une quinzaine de mètres de largeur, qui forme comme une nappe uniforme de 4 mètres environ d'épaisseur d'une roche très celluleuse intérieurement. Ce qui présente ici une grande singularité, c'est que la pente sur laquelle cette petite masse de lave s'est arrêtée, avec une épaisseur de 4 mètres, est de 33 degrés, de telle sorte même que la roche, en se solidifiant, n'a pu conserver sa continuité, et qu'elle s'est divisée par des fissures perpendiculaires à sa longueur ou à la ligne de plus grande pente, en parallépipèdes qui commencent déjà à se désunir et à glisser sur le penchant du cône. Frappé de cette anomalie, je posai quelques questions au guide qui m'accompagnait, Vincenzo Gozzolino, qui a été témoin du commencement de l'éruption. Il me répondit tout de suite que ce premier jet du premier orifice était sorti avec une grande liquidité, et avait recouvert immédiatement ce petit espace, absolument comme l'eût fait une nappe d'eau, et la roche ainsi formée s'est trouvée comme encastrée entre les deux courants.

» Cela est sans doute un cas très particulier, et probablement le seul exemple qu'on en pût citer au Vésuve ; faudrait-il, de ce fait isolé, extrêmement restreint, conclure qu'en général une lave peut, sur une pente de 33 degrés, acquérir une épaisseur uniforme sur une grande surface ? Évidemment non.

» On pourrait citer d'autres circonstances toutes exceptionnelles, et qui sont de nature à produire des faits analogues.

» Une partie de la lave qui, depuis quatorze jours, pénètre dans l'intérieur de l'ancien courant sans paraître nulle part au jour, est très probablement employée à refondre et à souder des produits fragmentaires, à en constituer des masses d'une certaine compacité et sur des pentes très supérieures à celles qu'il leur serait naturel d'affecter. C'est peut-être la manière dont il faut expliquer ces singuliers conglomérats si fréquents dans les régions volcaniques anciennes, dans le Cantal, par exemple, et dont la pâte est elle-même une matière purement éruptive. »

et la pente sur laquelle elle s'écoule, et aussi de l'abondance avec laquelle la bouche donne issue à la lave. M. le professeur Palmieri, qui a fait un assez grand nombre d'expériences à ce sujet, a trouvé cette vitesse variant de 2 mètres à 5 ou 6 centimètres par seconde.

» Quant aux pentes sur lesquelles a coulé la lave de 1855, bien que je n'aie pris encore les mesures qu'assez imparfaitement par la difficulté de les parcourir à cause de leur haute température, voici des nombres qui donnent une idée juste des inclinaisons diverses qu'elle affecte dans la portion supérieure de son cours. Ces nombres ont été observés par moi, partie au sextant, partie au moyen du fil à plomb attaché à la boussole.

Sur le flanc moyen du Vésuve . . .	30 à 35 degrés.
Sur le flanc inférieur du Vésuve.	} non mesurée, mais beaucoup moindre.
Dans l'Atrio del Cavallo, au pied même du Vésuve	
Dans la dernière partie de l'Atrio.	3 degrés.
Dans le haut du Fosso de la Vetrana.	6 degrés.
A la chute à l'extrémité du petit monticule de tuf dont la pente, d'après M. Palmieri, était pres- que verticale.	36 degrés.
Immédiatement au-dessous de la chute.	24 degrés.

» L'état de la surface de la matière incandescente dépend aussi, non-seulement de sa fluidité propre, mais encore de la pente sur laquelle elle avance. Lorsqu'elle rencontre un endroit plan, elle s'y arrête et forme une sorte de petit lac, dont l'aspect, de jour, rappelle absolument celui d'une mare de sang et dont la surface paraît presque lisse; mais, lorsque la pente est plus forte, sur un plan vertical, par exemple, la matière, sans tomber comme le ferait de l'eau, s'arrondit et forme une courbe à long rayon, et, dans ce cas, on distingue parfaitement à la surface des rugosités qui s'allongent et forment des traînées parallèles à la direction du courant, tandis que des rides circulaires, perpendiculaires à cette direction, indiquent l'inégal mouvement de la matière, au bord et au centre du courant. L'aspect de la lave annonce alors très bien quelle constituera en se refroidissant quelque chose d'analogue à ces masses tordues, tressées et contournées, que j'ai décrites plus haut.

» Il faut aussi parler de l'apparence d'ignition que présente la lave. De jour, on ne distingue le rouge qu'autant qu'on est placé de manière que le regard plonge au fond de la fissure où coule la lave : chaque fois que je l'ai ainsi aperçue dans mes trois excursions, la nuance du rouge m'a paru voisine de celle du fer que l'on fait passer sous les laminaires, mais plutôt moins claire. Les bords intérieurs de la fissure sont d'une couleur sombre, et ne présentent aucune trace de rouge. Au contraire, de nuit ou même lorsque le jour est très faible, ils paraissent rouges : ce sont même les seules parties rouges de lave qu'on aperçoit de loin, excepté lorsqu'elle offre des chutes ou des cascades, ou qu'elle se présente dans le haut d'une vallée de manière que l'œil puisse d'en bas pénétrer au fond de la fissure. Ces deux conditions se sont d'ailleurs trouvées réunies dans l'éruption actuelle.

» Mais, dans la presque totalité des cas, il est clair que les surfaces qui, de nuit, présentent un si grand éclat, n'appartiennent pas à la lave en fusion, mais seulement à ses parois intérieures, soit qu'elles soient échauffées jusqu'au rouge par leur conductibilité propre, soit qu'elles ne fassent que réfléchir le rouge éclatant de la lave placée à quelques mètres au-dessous.

» Les portions du courant qui manifestent le plus longtemps l'incandescence sont celles qui ont coulé sur une plus grande pente. Ainsi, vers la fin, deux parties incandescentes, celle du grand cône et celle de la Vetrana, toutes deux fortement inclinées, étaient séparées par un intervalle sombre qui correspondait à l'Atrio del Cavallo. Cela s'explique parfaitement, l'accumulation de la lave se faisant sur des parties peu inclinées, avec une lenteur suffisante pour que la croûte, devenue fort épaisse, cache entièrement le courant qui se maintient seulement au-dessous.

» Quant aux flammes, je n'ai rien vu qui les rappelât en aucune façon, et la relation de M. Palmieri n'en fait pas mention. Les vapeurs blanches n'étaient évidemment colorées que par la réflexion.

» Je dois encore mentionner un fait qui m'a frappé. En plein jour, comme j'étais placé sur le courant et dans la direction de la fissure, en examinant l'un des petits cônes qui ont donné le courant actuel, et d'où s'échappent, au milieu des efflorescences les plus variées de couleurs, d'abondantes fumeroles, je distinguai parfaitement que les fissures qui accidentent le sommet de ces cônes présentaient dans leur intérieur une couleur rouge bien prononcée. Plus tard, en montant avec précaution au sommet, je me convainquis aisément que la température y était suffisante pour

enflammer l'extrémité du bâton que je portais à la main, et le même phénomène se manifesta pour les deux autres cônes placés au-dessus. L'extrémité de ces cônes est placée certainement à plus de 15 ou 20 mètres au-dessus du niveau moyen du courant actuellement en incandescence.

» Cette haute température est-elle due à ce que la matière pénètre ce cône vide presque à son sommet? ou le nombre, la variété, la violence des réactions chimiques qui s'exécutent en ce moment autour de ce sommet, et dont je parlerai tout à l'heure, ne sont-ils pas de nature à y entretenir une grande chaleur? J'avoue que cette dernière hypothèse me paraît très plausible.

» Les expériences susceptibles de fournir quelques données approximatives sur la température de la lave ne sont pas faciles à faire sur un courant de ce volume; car il est absolument impossible de suivre de l'œil les objets mis en contact avec la lave. Des fils de cuivre et d'argent, attachés à l'extrémité d'un long fil de fer (1), disparaissaient après un contact de peu d'instants avec la matière incandescente. Mais on n'en peut conclure qu'ils aient été fondus; il suffisait, en effet, d'un simple ramollissement pour les séparer du fil qui les supportait. On en a aisément une preuve fournie par le fer lui-même. En mettant en contact avec la lave un fil de fer dont on avait conlé l'extrémité, cette extrémité revenait toujours rectiligne. Il y avait donc eu un ramollissement très sensible. Dans des expériences faites en commun avec MM. Scacchi et Palmieri, membres de la Commission napolitaine, j'ai trouvé une seule fois le fil de fer (d'environ un demi-millimètre de diamètre) étiré en pointe, et l'extrémité portait très distinctement une petite masse sphéroïdale. En définitive, ces expériences de température, exécutées sur une lave aussi volumineuse, ne présentent pas les mêmes chances de succès que celles qui peuvent être faites sur un courant très peu considérable, comme celui sur lequel opérait sir Humphry Davy. Mais, d'un autre côté, il y a bien des raisons de penser que ces petits courants ne possèdent pas une température aussi élevée que les coulées importantes.

» A la simple inspection, la lave de 1855 ne paraît présenter rien qui la différencie minéralogiquement des autres laves modernes du Vésuve. Elle est cristalline, même dans les portions les plus scoriacées. La composition exacte de ces laves est un sujet que

(1) Je n'avais malheureusement point de fil de cuivre assez long pour atteindre la lave en ignition.

je me propose, au reste, de traiter à mon retour, avec quelque détail, et pour lequel j'ai recueilli des matériaux.

» On a donné le nom de *cônes*, de *cratères*, à certaines protubérances toujours placées dans l'alignement général de la fissure et au pied desquelles la lave a ordinairement fait une trouée et s'est répandue sur la pente inférieure. Ces cônes ne sont que de petites accumulations de fragments scoriformes projetés au moment où la lave a fait irruption au dehors, et qui se disposent suivant le talus qui convient à leurs dimensions. Ils ne sont, en réalité, que la reproduction sur une échelle extrêmement petite des cônes de scories que présentent la plupart des volcans basaltiques, et dont le Vésuve lui-même n'est pas dépourvu. Mais les mêmes causes qui ont déterminé en ce point les projections fragmentaires et la sortie de la lave y maintiennent longtemps encore des dégagements plus ou moins intenses de gaz et de vapeurs à une haute température. Ces gaz déposent les matières qu'ils entraînent avec eux ; de plus, étant presque toujours fortement acides, ils attaquent les fragments de la roche accumulés sous forme de cône ; enfin, les divers produits ainsi formés réagissent les uns sur les autres, ou sur l'oxygène, l'eau ou même l'acide carbonique de l'atmosphère. Il en résulte que chacun de ces petits cônes devient, pendant un temps plus ou moins long, le foyer d'une infinité de réactions chimiques, quelques-unes simples, d'autres plus complexes, et qui pour le même cône peut varier avec la durée de l'éruption. On y trouve donc des sulfates, des chlorures, des oxydes, du soufre, etc., et la réunion de ces divers produits réalise quelquefois le plus agréable assortiment de couleurs. Quelques-uns de ces cônes présentaient aussi dans cette éruption, par eux-mêmes et dans leur voisinage, les tons les plus vifs. M. Abich en a décrit et représenté plusieurs qui ont apparus dans l'éruption de 1834, et, d'après M. Scacchi, peu d'éruptions du Vésuve ont été aussi riches sous ce rapport que celle de 1850.

» La relation étroite qui lie l'apparition de ces cônes au dégagement des gaz et des vapeurs m'amène naturellement à vous dire quelques mots sur le petit nombre de remarques que j'ai pu faire sur ce sujet délicat et difficile.

» Il y a évidemment plusieurs genres de fumerolles très différentes par leur nature, par leur température, et par la pression sous laquelle elles s'échappent. Les plus remarquables, celles qui présentent la température la plus élevée, sont en relation directe avec la lave qui s'écoule. Ce sont des vapeurs d'un blanc assez vif que l'on voit sortir sans pression sensible soit des parties de la fissure

entièrement ouvertes et où la lave se montre à découvert, soit des interstices de lave récemment solidifiée. Mais ce dernier cas est tout à fait semblable au premier : les portions de la lave d'où s'échappe la fumerolle sont seulement alors recouvertes par une croûte solidifiée ; on peut s'en convaincre facilement en y plongeant un thermomètre : celui que j'y ai porté va jusqu'au 260° degré ; j'ai dû le retirer après quelques minutes : la température, évidemment très supérieure à ce point, réflétait celle de la lave placée à une très petite distance.

» Ces fumerolles que j'appellerai des fumerolles *sèches*, me paraissent en effet absolument dépourvues de vapeur d'eau. Voici comment je m'en suis assuré : j'ai assujéti au-dessus de l'orifice de l'une d'elles un large entonnoir de verre dont la pointe était engagée dans une allonge également de verre et recourbée, de près de 1 mètre de long, laquelle communiquait, au moyen d'un tube de caoutchouc, avec un long tube de plomb dont l'extrémité plongeait dans un flacon : ce récipient, éloigné ainsi d'environ 2 mètres de l'orifice, était placé sur une portion de la lave dont la température ne dépassait pas 28 ou 30 degrés, et de plus, pendant toute la durée de mon observation, je l'ai constamment humecté. Cet appareil est resté quarante-huit heures en fonction ; les parties les plus voisines de la fumerolle se sont recouvertes abondamment d'efflorescences blanches, mais il n'y avait dans aucune portion de l'appareil une seule goutte d'eau condensée.

» L'absence de la vapeur d'eau constatée dans cette expérience a été, au moyen d'un appareil hygroscopique, confirmée par M. Palmieri ; elle est prouvée aussi par la sensation particulière de sécheresse que les organes éprouvent sous son influence : jamais les vêtements ne s'y recouvrent d'humidité, comme il arrive dans les fumerolles d'un autre ordre.

» Ces fumerolles sèches n'ont ordinairement qu'une très faible odeur, souvent même elles n'en présentent pas de sensible. Elles sont un peu acides, car elles rougissent le papier de tournesol, soit qu'on l'y expose directement, soit qu'on le plonge dans l'eau distillée longtemps à leur contact. Elles ne noircissent pas l'acétate de plomb.

» Voici le résultat de quelques essais que j'ai faits en commun avec M. le professeur Scacchi :

» L'eau distillée soumise aux vapeurs d'une de ces fumerolles sèches a précipité abondamment par le nitrate d'argent.

» Un flacon contenant une dissolution de chlorure de baryum a été soumis aux vapeurs ; le résidu repris par l'eau distillée s'es

redissous entièrement, il n'y avait qu'un très léger nuage, et, par conséquent, ces fumerolles ne contiennent que des traces d'acide sulfurique ou de sulfates.

» L'eau de chaux, placée dans les mêmes circonstances, a donné un dépôt blanc cristallin, insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide acétique sans effervescence. On peut donc affirmer que la chaux n'y a pas condensé d'acide carbonique, mais on n'en pourrait conclure absolument l'absence de l'acide carbonique à cause du petit excès d'acide chlorhydrique ; cependant cette exclusion de l'acide carbonique est extrêmement probable. Cette conclusion négative est la seule que nous puissions pour le moment déduire avec certitude de cette expérience, n'étant pas assez certain de la pureté du réactif employé.....

» Nous avons examiné avec un très grand soin, après les avoir lavés, tous les vases employés à ces expériences, comme aussi la surface des tubes exposés longtemps à l'action des vapeurs : nous n'avons jamais pu constater d'altération produite sur le verre par l'acide fluorhydrique.

» La substance recueillie dans l'entonnoir exposé aux fumerolles sèches était une poudre cristalline, d'un blanc très légèrement jaunâtre, quelquefois d'un blanc parfait, ayant fortement le goût du sel marin.

» Chauffée dans un tube, elle ne donne aucun dégagement sensible, se colore d'abord, puis perd entièrement sa couleur et fond facilement. Elle se dissout entièrement dans l'eau et ne donne pas d'effervescence dans les acides.

» La dissolution traitée par l'azotate d'argent se prend en masse ; le chlorure de platine donne un précipité abondant de chlorure platinicopotassique.

» Enfin, les sels de baryte donnent un précipité faible, mais sensible.

» On voit que ces premiers essais indiquent, dans les fumerolles sèches, les chlorures de sodium et de potassium en proportions tout à fait prédominantes, puis une très petite quantité de sulfates, l'absence de fluorures, et peut-être de l'acide carbonique.

» Les autres matières condensables, en si petite quantité qu'elles existent, pourront être reconnues dans ces fumerolles au moyen des croûtes abondantes qu'elles déposent à leurs orifices, et dont j'ai recueilli des échantillons volumineux.

» Quant aux substances gazeuses qui peuvent s'échapper dans l'atmosphère et ne sont pas susceptibles d'être condensées par les réactifs, on ne pourrait les déterminer qu'après les avoir recueillies

dans des vases parfaitement clos. M. Lewy m'a remis, à mon départ, un certain nombre de tubes effilés, qui doivent être fermés à la lampe après avoir été remplis sur les lieux des gaz qui s'échappent aux fumerolles. Mais ces appareils très simples et excellents pour recueillir l'air, ne s'appliquent que difficilement à la captation de vapeurs à une température de 400 à 500 degrés, et dont le refroidissement dans de si petits vases donnerait un résidu insaisissable. J'écris donc par ce même courrier à M. Lewy, afin qu'il m'expédie, par la voie de l'ambassade française, d'autres vases construits de la même manière, et pouvant se remplir par le même procédé, mais plus volumineux. En attendant, et comme la nature de ces fumerolles pourrait varier avant le retour de ces appareils, je me propose de remplir demain quinze ou vingt des petits tubes que je possède ici, ce qui ne constituera encore que quelques litres d'un gaz à une température énorme.

» Ces fumerolles sèches sont, comme je vous l'ai dit, en relation avec l'écoulement de la lave; cependant elles ne s'en échappent pas d'une manière visible. On ne voit, par exemple, rien d'analogue à une ébullition qui donnerait issue aux gaz. Je n'ai aperçu qu'un très petit nombre de fois quelques bouffées légères de fumées blanches sortant immédiatement de la lave en mouvement (1); et j'ai, au contraire, remarqué que dans les fissures au fond desquelles coule la matière lavique, et d'où s'échappe aussi la plus grande partie des fumées, celles-ci se concentrent sur les bords, et semblent sortir sans pression de dessous la croûte solide qui constitue ces bords. Je suis, en un mot, très porté à penser que la lave fondue maintient encore dans ses pores le gaz et les matières volatiles, et qu'elle ne les abandonne que lorsqu'elle a déjà atteint une certaine période de refroidissement.

» Telles sont, pour le moment, les remarques que j'ai faites sur les *fumerolles sèches*; j'attendrai, pour donner à ces études un caractère plus positif, que j'aie pu recueillir ces gaz en assez grande quantité pour pouvoir en déterminer la composition avec exactitude.

» Les fumerolles sèches se dégagent des points où la lave coule encore ou des cratères qui lui ont donné le plus récemment issue; c'est-à-dire des plus bas. A mesure que l'on monte sur la fissure, le caractère des fumerolles change sensiblement; peu à peu l'élément sulfureux se montre et finit par acquérir une grande impor-

(1) C'était dans les points où la pente était rapide, ainsi que le refroidissement.

tance. Des deux points sur lesquels j'ai recueilli les produits des fumerolles sèches, le plus bas placé ne m'a donné que des traces d'acide sulfurique; le plus élevé en contenait déjà des quantités notables; plus haut, lorsqu'on arrive aux parties supérieures de la fissure, et, par exemple, à ce petit cône dont il est question dans la relation de M. Palmieri, et qui donnait un sifflement si bruyant, on trouve alors un gaz qui exhale une odeur suffocante d'acide sulfureux. Lorsque j'ai visité ce cône le 22, j'ai trouvé qu'il laissait échapper un gaz avec une pression considérable, qui rejetait en dehors les petits fragments de roches de 3 à 4 centimètres de diamètre qu'on y jetait. C'est le seul point où j'aie vu le gaz sortir avec une pression notablement supérieure à la pression extérieure. On entendait un bruit tout à fait analogue à celui d'une énorme marmite en ébullition. Le thermomètre plongé dans ce gaz (avec quelque difficulté, il était toujours rejeté en dehors) est tout de suite monté à 250 degrés, et j'ai dû le retirer de crainte de briser l'instrument.

» Nous avons aussi placé, MM. Scacchi, Palmieri et moi, quelques réactifs près des orifices dont le gaz exhalait l'odeur d'acide sulfureux. Voici les résultats des essais :

» *L'eau distillée* exposée aux vapeurs est restée claire; elle ne présente pas d'odeur sensible; elle rougit le papier de tournesol; par le nitrate d'argent, elle donne un précipité énorme; par le chlorure de baryum, un trouble sensible, qui ne disparaît pas lorsqu'on ajoute un acide.

» La dissolution de chlorure de baryum, desséchée par les vapeurs et reprise par l'eau distillée, a laissé dans le flacon un précipité notable de sulfate de baryte. La dissolution d'eau de chaux ne présentant pas de garantie suffisante de pureté, l'expérience sera refaite avec un réactif irréprochable.

» En définitive, on voit que, *au moins dans cette période encore active de l'éruption* (24 mai), les fumerolles qui, sur la fissure, présentent l'odeur de l'acide sulfureux, sont encore presque exclusivement des gaz chlorurés. Sont-ils aussi dénués de vapeur d'eau que les fumerolles sèches? C'est là ce que l'expérience que nous préparons en ce moment nous apprendra bientôt.

» Mais si, nous éloignant des bouches actuelles, nous nous élevons au-dessus de la fissure, et par exemple jusqu'au sommet du volcan, nous voyons encore les phénomènes changer de caractère. En montant, les fumerolles à odeur sulfureuse acquièrent de l'importance, et à une petite distance du cratère supérieur, on en rencontre qui donnent, très faiblement à la vérité, mais d'une manière

appréciable, l'odeur si caractéristique de l'hydrogène sulfuré, et peut-être celle du soufre en vapeur. Mais ce qu'il y a de plus caractéristique, c'est qu'alors l'eau devient l'élément prédominant dans la fumerolle. Lorsqu'on se place dans le cratère supérieur au milieu des innombrables fumerolles à odeur sulfureuse qui s'échappent, par exemple, de la grande cavité de décembre 1854, les vêtements, les cheveux, la barbe se recouvrent bientôt de gouttelettes d'eau presque pure. Un appareil distillatoire établi par moi le 26 (au sommet du cône au milieu de ces fumerolles) avait condensé en cinquante ou cinquante-quatre heures une quantité très notable d'eau sur laquelle surnageaient de petits cristaux de soufre. Malheureusement, une maladresse du guide l'a entièrement perdue; je n'en ai eu que quelques gouttes qui présentent une saveur douceâtre et ne paraissent pas noircir le papier d'acétate de plomb. Mais cette perte sera facilement réparée, et je me propose, dans mon excursion de demain, de rétablir un appareil analogue qui pourra fonctionner plusieurs heures.

» Si je ne me trompe, les observations que je viens de vous présenter et les petits essais faits à l'appui établissent d'une manière certaine que dans le point où se trouve, à un moment donné, le maximum d'activité volcanique, les vapeurs chlorurées sont de beaucoup les plus dominantes; elles sont en même temps dépourvues de vapeurs d'eau et affectent une température extrêmement élevée qui, si on pouvait l'observer tout près de la lave, serait presque égale à celle de la lave elle-même. Puis, à mesure qu'on s'éloigne de ce point, *en remontant vers le sommet du volcan*, l'élément sulfureux prend une importance de plus en plus grande, jusqu'à ce que, au sommet du cône et dans la portion de ce sommet qui est intimement en relation avec l'éruption actuelle, c'est-à-dire dans la cavité dont la formation en a constitué le premier acte, on trouve comme élément dominant l'élément sulfureux, ou plutôt la vapeur d'eau entraînant avec elle une très petite quantité d'acide sulfureux, et peut-être primitivement de l'hydrogène sulfuré ou du soufre. En même temps, la température a décliné considérablement. Dans mon excursion du 22, j'ai mis le thermomètre dans une foule de fumerolles : la moindre température observée par moi a été de 55 degrés et la plus élevée de 70 degrés.

» Je suis loin de prétendre ni de croire que les choses se passent dans toutes les éruptions du Vésuve comme je viens de l'indiquer, mais les faits précédents sont incontestables *pour l'éruption actuelle*, et un voyageur qui monterait en ce moment au sommet du Vésuve serait tellement affecté (je l'ai été au point d'avoir perdu

presque entièrement la voix pendant quelques jours) par les vapeurs intolérables de l'acide sulfureux, qu'il devrait penser qu'il a affaire à un volcan dont le caractère habituel est de donner des fumées sulfureuses et de déposer, comme on le voit aujourd'hui, du soufre, de l'alun, etc. Or nous savons qu'il en est tout autrement.

» Il ne faudrait pas croire, cependant, que dans le moment actuel l'acide chlorhydrique ou les chlorures soient absolument bannis des fumerolles du sommet. On en retrouve encore près des deux grands cratères formés en 1850.

» On voit même que ces sels ont été extrêmement abondants, car la croûte étendue qui recouvre le sol est uniquement formée de chlorure de sodium, de chlorure de fer, etc.; et de ces mêmes orifices sortent aujourd'hui des émanations où l'acide sulfureux est certainement dominant. Il y a donc là substitution du soufre au chlore comme élément actif.

» Je me propose de suivre les effets de cette éruption, et de chercher si cette substitution s'opérera aussi plus bas, c'est-à-dire entre le sommet du volcan et les points qui ont donné issue à l'éruption actuelle.

» Il me restera aussi, pour rendre ces études le moins incomplètes possibles, à porter mes investigations sur la partie des phénomènes qui va commencer maintenant à se manifester, savoir : sur les vapeurs et fumerolles qui s'établissent entre le point de l'éruption et les parties inférieures de la lave. Déjà le chlorhydrate d'ammoniaque y a été signalé, et j'en ai vu un bel échantillon; déjà, le 24, on a ressenti des *mofettes* un peu au-dessus de l'Ermitage. Voilà donc la première période de l'éruption terminée; la période décroissante ou consécutive, commence. Je l'étudierai attentivement, et si la suite de mes recherches me paraît présenter quelque intérêt, je vous demanderai la permission de vous en informer dans une nouvelle communication. »

M. Éd. Piette présente la communication suivantes :

Observations sur les étages inférieurs du terrain jurassique dans les départements des Ardennes et de l'Aisne, par M. Édouard Piette.

Les assises inférieures du terrain jurassique sont très développées dans les Ardennes et dans l'Aisne. Il suffit de parcourir ces

deux départements pour y reconnaître des groupes naturels de couches auxquels correspondent les divisions suivantes :

DIVISIONS DES ÉTAGES INFÉRIEURS DU TERRAIN JURASSIQUE DANS LES ARDENNES ET DANS L'AISNE.			DIVISIONS adoptées par MM. Sauvage et Bavignier.	DIVISIONS adoptées par M. d'Archiac.
Grande oolithe.	Calcaire marneux ou cornbrash.	Calcaires marneux supé- rieurs.	Kelloway-rock, Bradford-clay, Cornbrash, Forest-matthe.	Calcaire gris marneux.
		Calcaires marneux infé- rieurs.		
Grande oolithe des Anglois.	Calcaires blancs supérieurs	Calcaire à <i>Nerinea patella</i> , Calcaire à <i>Terebratula decorata</i> .	Grande oolithe.	Calcaires blancs.
	Fuller's earth.			
Oolithe infé- rieure.	Calcaire à polypiers. Calcaires terreux oolithiques. Oolithe de Bayeux.		Oolithe inférieure.	Oolithe inférieure.

Dans ce tableau, j'ai mis en regard les divisions que j'adopte, et celles qui ont été admises pour l'Aisne par M. d'Archiac, et pour les Ardennes par MM. Sauvage et Bavignier.

Oolithe inférieure. — L'oolithe inférieure repose sur les marnes du lias. Ses premières assises sont formées par un calcaire jaunâtre, très coquillier, qui correspond à l'oolithe de Bayeux. Aux environs de Frénois et dans plusieurs autres localités, il se charge d'une quantité considérable d'oolithes ferrugineuses. Le *Pecten demissus*, le *P. articulatus*, le *Moutlivaltia decipiens*, l'*Ammonites Blaydeni*, l'*A. Marchisoni*, la *Lima proboscidea*, la *Trigonia costata*, etc., le caractérisent. C'est dans les assises supérieures de ce calcaire qu'apparaissent pour la première fois les *Ectemites gigantes*; elles y sont nombreuses. Parmi les fossiles nouveaux qu'il contient, je n'en citerai qu'un, l'*Acteon conuloïdes* (nob.), coquille

ayant la forme d'un cône, le test lisse, la spire presque aplatie et relevée au milieu.

Cette assise forme un horizon bien constant dans tout le département des Ardennes et dans celui de l'Aisne ; elle ne disparaît que dans les environs d'Hirson.

Au-dessus de ces calcaires se trouvent des couches beaucoup moins coquillières. La roche est un calcaire terreux renfermant un nombre considérable d'oolithes très fines, et contenant des nids de marne verte ou jaune. Dans la partie orientale des Ardennes et dans le centre de ce département, de nombreuses carrières y ont été ouvertes ; on en tire de la pierre de bonne qualité. Dans la partie occidentale des Ardennes et dans l'Aisne, cette assise perd ses caractères et tend à se confondre avec la précédente. On y remarque des concrétions ferrugineuses assez semblables aux ovoïdes du lias, mais plus irrégulières, et l'on y trouve une quantité prodigieuse d'*Avicula cchinata*. La pierre n'est plus employée que comme moellon ; elle est trop fissurée et trop remplie d'*Avicules* pour servir de pierre de taille.

Ces assises sont couronnées par un calcaire à polypiers qui renferme les mêmes espèces que celui de la Moselle, et qui lui correspond probablement. Il ne forme pas une couche continue, mais des îlots ou des récifs qui couronnent le sommet de toutes les collines entre This et Tharzy. Cette disposition est due à des érosions subséquentes ou à la manière dont il s'est formé. A l'époque où ces récifs de polypiers ont pris naissance, le massif des Ardennes éprouvait le soulèvement lent, mais continu, qui devait émerger tour à tour tous les dépôts jurassiques, et l'on pouvait voir des îlots se former à la manière des récifs de coraux dont sont semées aujourd'hui les mers de l'Océanie. Un fait qui appuierait cette hypothèse, c'est qu'on trouve, dans les parties les plus profondes des couches à polypiers, des *Pholades* en place, munies de leurs tubes et parfaitement conservées. Je n'ai pas retrouvé le calcaire à polypiers dans le département de l'Aisne.

On peut observer la superposition de ces différentes assises dans les carrières d'Auvillers et de Champlein.

Les couches que l'on voit affleurer au-dessus de ces dépôts appartiennent au terrain bathonien. L'oolithe inférieure, ainsi limitée, a une puissance de 50 mètres à peu près dans la partie orientale des Ardennes et dans le centre de ce département. On la voit diminuer d'épaisseur à mesure que l'on s'avance vers l'occident. A Neufmaisons (Aisne), elle n'a plus que 6 mètres de hauteur. Les couches qui la composent ont perdu les caractères qui les

séparaient ; ce n'est plus qu'un calcaire très oolithique, très marneux et très friable, contenant, avec une quantité prodigieuse d'*Avicula echinata*, des fragments d'*Ammonites Blagdeni* et quelques rares *Belemnites gigantens*.

L'oolithe inférieure forme une série de collines abruptes dont la base repose sur le lias, et dont le sommet est couronné par le fuller's earth. Sur une carte bien faite, elle ne devrait donc occuper qu'une très petite place, et dessiner un ruban très mince le long du terrain bathonien qui formerait une très large bande. Mais sur sa carte du département de l'Aisne, M. d'Archiac a donné la même couleur à l'oolithe miliaire et à l'oolithe inférieure, coupant ainsi la grande oolithe par le milieu, et en rejetant une partie dans chacun de ses sous-groupes. Quant à M. Sauvage et Buvignier, dont les divisions semblent au premier abord se rapprocher des nôtres, ils ont méconnu les limites qui séparent leur premier groupe de leur second, et, chose étrange, après avoir reconnu le fuller's earth dans les marnes à *Ostrea acuminata* des Ardennes, ils ont adopté sur leur carte, pour limite entre l'oolithe inférieure et la grande oolithe, une couche qui se trouve dans le milieu de la grande oolithe, et qui a des caractères si variables qu'il est impossible, même de leur aveu, de la suivre dans tout le département des Ardennes.

Pendant l'époque où se déposa l'oolithe inférieure, le massif des Ardennes ne cessa de se soulever, entraînant dans son mouvement les sédiments qui venaient de se déposer dans les eaux, et les émergeant de manière à en occasionner la solidification. A l'époque du fuller's earth, ce massif s'affaissa, et les dépôts qui venaient de se durcir à l'action de l'air furent englouis de nouveau au fond des mers. C'est ce que prouvent les traces d'érosions que l'on observe dans les Ardennes partout où l'on peut voir la superposition du fuller's earth à l'oolithe inférieure. A Dom, outre ces traces d'érosions, on observe à la jonction des deux étages de nombreuses Huîtres attachées à la surface du dernier banc de l'oolithe inférieure, et des trous de Pholades en quantité considérable. On retrouve le même phénomène à Auvillers et dans un grand nombre d'autres localités. Il y a donc une discordance ou stratification bien nette, bien tranchée, entre l'oolithe inférieure et le fuller's earth.

Fuller's earth. — Plusieurs géologues paraissent penser que le fuller's earth doit nécessairement être une formation marneuse, parce qu'en Angleterre, où il a été décrit pour la première fois, il se présente sous la forme d'une terre à foulon. Mais nul terrain

n'est plus variable : argile, calcaire et sable tour à tour, il change d'aspect et de nature à chaque pas. Dans les Ardennes et dans l'Aisne, il présente cependant une succession de couches assez régulières, surtout à l'ouest de la vallée de la Bar. Une lamachelle à *Ostrea acuminata*, couronnant presque toutes les hauteurs de l'oolithe inférieure, forme la base du fuller's earth. C'est elle que l'on voit à la partie supérieure des carrières de Dom ; elle affleure encore à Neufmaisons, à Fouzy et dans un grand nombre d'autres localités des Ardennes ; elle se prolonge dans le département de l'Aisne. On la retrouve à Martin-Rieux, à Auy, dans les environs d'Hirson et à Obis. Elle a au plus 3 ou 4 mètres d'épaisseur. A mesure qu'on s'avance vers l'ouest, on la voit diminuer de puissance. Les *Ostrea acuminata* s'éloignent aussi de plus en plus du type de l'espèce. Dans l'Aisne, l'*Ostrea ampulla* finit par prédominer. MM. Sauvage et Buvignier et M. d'Archiac ont rapporté cette assise à l'oolithe inférieure. Lors même qu'il n'y aurait aucune discordance de stratification, l'abondance des *Ostrea acuminata* dans cette couche suffirait pour démontrer qu'elle appartient à l'horizon du fuller's earth.

De puissantes assises de marne surmontent cette lamachelle. Les couches inférieures en sont bleues ou noires ; elles contiennent aussi un grand nombre d'*Ostrea acuminata*. Les couches supérieures sont blanches ou grises ; elles deviennent quelquefois sableuses. Ce sont de véritables banes de Pholadomyes. La *Pholadomya gibbosa*, la *P. Lecelayi* et la *Panopaea decurtata*, y dominent. Ces marnes ont plus de 15 mètres de puissance dans le centre des Ardennes. Entre la vallée de la Bar et le département de la Meuse, elles alternent avec de minces banes de calcaire à *Ostrea acuminata*, et leurs assises supérieures passent à un calcaire jaune qui est très développé. Vers les limites occidentales du département des Ardennes, à Champlein, on retrouve les minces lits de calcaire alternant avec la marne. La formation y est devenue très oolithique, et tend évidemment à passer à l'oolithe miliaire. Les couches à *Ostrea acuminata* y sont bien développées, mais les banes à Pholadomyes ont disparu. Le point le plus occidental où je les ai vues affleurer est une marnière située à Foulzy, sur la lisière du bois d'Estrebay. Dans le département de l'Aisne, les marnes à *Ostrea acuminata* deviennent de plus en plus oolithiques, de moins en moins puissantes ; elles y forment cependant encore une assise continue. On les retrouve à Auy, à Martin-Rieux ; elles forment aux vallées un niveau d'eau qui alimente tous les puits de la contrée ; elles occupent le fond des carrières qui sont

situées près de ce village, et y font séjourner l'eau. On les rencontre encore près d'Hirson, à Neufmaisons et à Ohis. Dans ces deux dernières localités, leur puissance est tellement réduite qu'elles n'ont pas plus de 40 centimètres d'épaisseur. Mais les premières couches de l'oolithe miliaire sont elles-mêmes marneuses, et, sur une hauteur de 2 mètres, on voit de minces lits de marne ou de calcaire bleu très friable et très oolithique alternant avec un calcaire oolithique jaune non moins friable.

Les marnes à *Ostrea acuminata* ont été signalées dans le département de l'Aisne par M. d'Archiac, mais il paraît hésiter à les rapporter au fuller's earth. On conçoit cette hésitation lorsque l'on considère leur peu d'épaisseur et la difficulté de trouver leur affleurement dans ce département. Mais, lorsqu'on suit leur prolongement dans les Ardennes, et qu'on les voit se développer et augmenter à chaque pas de puissance, le doute s'évanouit. Aussi M. Sauvage et Buyignier les ont-ils rapportées au fuller's earth, mais ils ne leur attribuent que 2 ou 3 mètres d'épaisseur, et n'en ont reconnu l'affleurement que dans le centre du département. À l'est de la vallée de la Bar et dans la partie occidentale des Ardennes, ils ne les ont pas trouvées. C'est pour cela qu'ils ne les ont pas choisies pour limiter sur leur carte la grande oolithe et l'oolithe inférieure. Cependant elles forment des assises puissantes non interrompues et si abondantes en fossiles que les *Pholadomyes* et les *Ostrea acuminata* forment à la surface des champs labourés une traînée que l'on peut suivre presque sans interruption d'un bout à l'autre du département des Ardennes.

Les marnes à *Pholadomyes* sont recouvertes par des assises de sable alternant avec des grès. Ces grès, que l'on peut observer à Barbencroë et dans beaucoup d'autres localités, sont caractérisés par la présence d'un grand nombre d'Actéons parmi lesquels on distingue l'*Acteon unilineatum* (nob.). Coquille lisse, enroulée, à spire pointue, composée de 6 ou 7 tours convexes et ornés d'une strie transversale. J'y ai aussi trouvé une Nérinée, une Naticée, une Ammonite, un Nautilé, et quelques autres fossiles assez mal conservés.

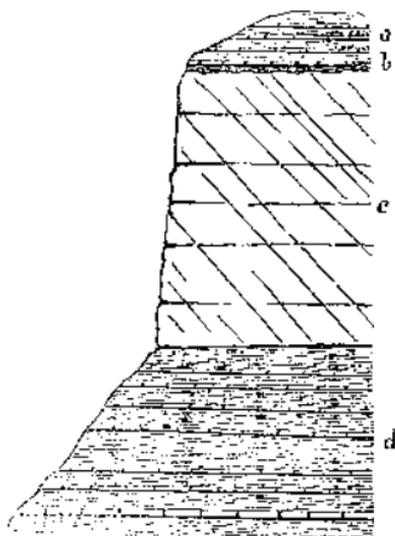
Ces grès, qui forment la partie supérieure du fuller's earth, et qui représentent peut-être le *Stonesfield-slate* des Anglais, passent à un calcaire jaune à l'est de la Bar; ils se confondent avec l'oolithe miliaire dans la partie occidentale des Ardennes; ils n'existent pas dans le département de l'Aisne.

Ainsi limité, le fuller's earth n'a pas moins de 40 mètres d'épaisseur dans la partie orientale des Ardennes. On le voit dimi-

nier de puissance à mesure que l'on s'avance vers l'occident, et c'est à peine s'il a encore 1 mètre de hauteur à l'endroit où la formation jurassique disparaît sous les sables du gault.

A l'époque où il s'est déposé, le massif des Ardennes n'était pas dans une période de repos. Après s'être affaissé à la fin de l'époque de l'oolithe inférieure, il avait cédé de nouveau aux forces qui tendaient à le soulever. Une partie des sédiments de la mer du fuller's earth fut émergée par ce soulèvement et se durcit à l'air, mais bientôt il y eut un nouvel affaissement, et sur les dépôts solidifiés du fuller's earth de nouveaux sédiments appartenant à la même formation vinrent s'étendre en stratification discordante. Le soulèvement recommença ensuite, et il dura jusqu'à l'époque de l'oolithe miulaire, époque à laquelle il y eut encore un affaissement manifesté par une nouvelle discordance de stratification. On peut observer les traces de l'interruption qui eut lieu dans les dépôts du fuller's earth, dans les carrières de Cheveuge, chemin de Chaumont. Elles sont encore visibles dans les carrières de Connage, que MM. Sauvage et Buvignier ont rapportées à tort à l'oolithe inférieure.

Coupe de la colline de Connage.



- a. 5m. — Marnes à *Ostrea acuminata*, alternant avec de minces lits de calcaire brun.
 b. 6m,05. — Lammehulle à *Ostrea acuminata*.
 c. 45m. — Calcaire jaune peu coquillier, contenant cependant des *Ostrea acuminata*. Cette assise, qui forme des bancs horizontaux, se délite en outre suivant des lignes obliques et parallèles, en sorte que pour exploiter la pierre on ne commence pas indifféremment d'un côté ou de l'autre. On retrouve la même disposition dans les carrières de Cheveuge et dans celles des vallées. A la jonction de ce calcaire avec la lammehulle, on remarque à la surface du calcaire des traces d'érosion. De nombreuses litées sont attachées au dernier banc, et celui-ci a été percé par les *Pholades*.
 d. 10m. — Argile bleue ou rougeâtre, alternant avec de minces bancs de calcaire, et contenant des *Ostrea acuminata*.

Soc. géol., 2^e série, tome XII.

L'interruption qui a eu lieu dans les dépôts du fuller's earth a donc laissé des traces bien apparentes à l'est de la Bar ; mais elle dut être toute locale. À l'ouest de cette rivière, rien ne révèle une discordance de stratification, à moins qu'on ne veuille prendre pour indice de discordance la superposition brusque et sans transition des marnes blanches à *Pholadomyes* sur les marnes bleues à *Ostrea acuminata*. Quoiqu'on puisse observer cette superposition dans un grand nombre de localités, et notamment derrière le bois d'Estrebay, je n'ai pu trouver nulle part aucune trace d'érosions sur la couche de marne bleue.

Oolithe miliaire. — Un nouvel affaissement du massif des Ardennes mit fin à la période du fuller's earth et commença celle de l'oolithe miliaire. Les érosions qui en furent la suite ont marqué leur passage à l'est de la vallée de la Bar ; mais on n'en trouve trace ni dans la partie occidentale des Ardennes, ni dans le département de l'Aisne. Il est donc probable que les mers auront continué à baigner de ce côté les mêmes rivages. Les sédiments qui se formèrent alors changèrent de nature. Les terrains dont l'origine remonte à cette époque ne sont plus des marnes ni des lamachelles comme ceux du fuller's earth ; ce sont des calcaires friables extrêmement oolitiques et se délitant en minces plaquettes. Les oolithes sont blanches ou rosées, rarement jaunâtres ; elles sont très régulières et ressemblent à des grains de millet ; quelquefois elles ont une taille plus petite. Dans certaines localités, ces calcaires renferment un grand nombre de débris de coquilles posés à plat. Ailleurs on y voit de petits fossiles encroûtés de calcaire ; mais presque partout la roche est uniquement composée d'oolithes.

Un phénomène bizarre qui avait commencé avant l'époque jurassique et qui semblait prendre tous les jours plus d'accroissement se manifestait alors dans les mers. Les flots chargés de calcaire en dissolution étaient en proie à une agitation singulière. Dans leur mouvement ils brisèrent les coquilles déposées à la surface des sédiments. C'est ce qui fait que l'on voit aujourd'hui tant de débris de fossiles dans l'oolithe miliaire. Les fragments les plus gros tombèrent au fond des mers ; ceux qui avaient à peu près la taille d'un grain de poussière, tenus en suspension dans les eaux et ballotés par les vagues, devinrent un centre d'attraction pour le calcaire qu'elles tenaient en dissolution. Des couches concentriques se formèrent autour d'eux ; ils continuèrent à s'agiter et à augmenter de volume jusqu'à ce que leur poids vainquit la force des flots et les fit tomber à leur tour. Le poids des oolithes est donc toujours en raison directe de l'agitation des mers où elles se sont formées.

et comme d'ailleurs l'agitation est la même pour une grande étendue de mers, il est arrivé que les oolithes formées à une même époque ont presque toutes la même taille, comme on peut le voir dans les sédiments où elles sont enfouies. Cela explique parfaitement pourquoi après le dépôt du fuller's earth les oolithes qui se formèrent eurent toutes la taille d'un grain de millet, et présentent une uniformité de poids qui surprend. C'est que les flots ne pouvaient plus les enlever ni les tenir en suspension quand elles avaient atteint ce poids, et qu'elles retombaient alors dans le fond des mers où elles se mêlaient aux débris de coquilles que les eaux n'avaient pu enlever ou n'avaient enlevés qu'un instant pour les reposer, sans avoir eu le temps de les encroûter complètement de calcaire. On peut donc conclure de la grosseur des oolithes miliaires que l'agitation des flots n'était pas bien grande à l'époque où elles se sont formées. Sans cela les nombreux débris de coquilles que renferment les sédiments où on les trouve auraient été enlevés eux-mêmes par les eaux et encroûtés à leur tour.

On conçoit que des sédiments formés dans de pareilles circonstances renferment peu de fossiles déterminables. Je n'y connais que cinq gîtes coquilliers qui soient dignes d'être cités : les Vallées, le bois d'Éparcy, Champlein, Aubigny et Haraucourt. On conçoit aussi qu'après de pareils changements dans les conditions que les mers présentaient aux êtres organisés, la faune dut se modifier. C'est ce qui arriva en effet. On trouve dans l'oolithe miliaire une foule de gastéropodes que l'on ne rencontre pas dans les dépôts plus anciens. Les bryozoaires y sont très abondants ; mais les bivalves y sont moins nombreuses. L'*Ostrea acuminata*, la *Terebratula maxillata*, l'*Ostrea costata* et l'*Ancula echinata* y sont communes. J'y ai aussi rencontré un grand nombre de Trigonies et de baguettes d'Oursins.

Voici la liste des gastéropodes que j'y ai recueillis :

Rissoina Franquana, d'Orb. — Bois d'Éparcy.

— *obliquata*, Sow. — Bois d'Éparcy.

— *acuta*, d'Orb. — (Sow. sp.). Bois d'Éparcy.

— *duplicata*, d'Orb. (Sow. sp.). — Bois d'Éparcy.

— *multistriata* (nov. sp.). Spire convexe, couverte de stries fines et longitudinales ; tours légèrement convexes ; bouche large.
— Bois d'Éparcy.

Rissoa crenulifera (nov. sp.). Voisine de la *Rissoina acuta*. Elle en diffère par ses côtes, qui forment des crénelations le long de la suture, et par sa bouche plus comprimée. — Bois d'Éparcy.

— *costifera*. Voisine de la *Rissoina acuta*. Elle en diffère par une

strie transversale le long de la suture ; ses côtes sont plus nombreuses. — Bois d'Éparcy.

Rissoa nuda (nov. sp.). Coquille courte ; spire convexe ; tours convexes et lisses ; le dernier est subanguleux. — Bois d'Éparcy.

Eulima? microstoma (nov. sp.). Coquille ovale, lisse ; suture linéaire ; bouche petite, étranglée. Ce n'est pas un véritable *Eulima*. J'en aurais fait un genre nouveau si je n'avais appris que M. Hébert devait créer un genre pour une espèce analogue. Je me suis abstenu pour ne pas introduire dans la science une synonymie inutile. — Bois d'Éparcy.

Chemnitzia terminus. Coquille ayant des côtes longitudinales et des stries transversales. — Bois d'Éparcy.

— *rissoiformis* (nov. sp.). Coquille lisse, dernier tour étranglé. — Bois d'Éparcy.

— *terecoronata* (nov. sp.) Coquille ayant trois côtes transversales et des tours convexes. — Bois d'Éparcy.

— *convexa* (nov. sp.). — Coquille lisse ; tours très convexes. — Bois d'Éparcy.

— *eparcycensis*. Coquille microscopique costulée en long. — Bois d'Éparcy.

— *flammulifera*. Coquille finement striée en travers, costulée en long. — Bois d'Éparcy.

— *incompta*. Coquille lisse, ayant la bouche courte et oblique. — Bois d'Éparcy.

— *brevis*. Coquille lisse, tours droits ; suture linéaire. — Bois d'Éparcy.

— *turbinoides*. Coquille courte ayant des côtes longitudinales. — Bois d'Éparcy.

— *denticulata*. Coquille ayant des crénelations le long de la suture et une rangée de granulations. — Bois d'Éparcy.

— *elegans*. Coquille ayant des côtes transversales qui se croisent avec des côtes longitudinales. — Bois d'Éparcy.

— *tenuistriata*. Coquille ayant les tours carénés, ornés de stries longitudinales. — Bois d'Éparcy.

— *simplex*. Coquille lisse, ayant les tours convexes. — Bois d'Éparcy.

— *Viquesneli*. Coquille ayant les tours convexes, striés en travers. — Bois d'Éparcy.

— *tenacula*. Coquille ayant les tours convexes, costulés en long, striés en travers. — Bois d'Éparcy.

— *lombricalis*, d'Orb. — Bois d'Éparcy.

— *curta*. Coquille ornée d'un bourrelet près de la suture et d'une strie transversale. — Bois d'Éparcy.

— *striata*. Coquille ornée de côtes longitudinales traversées par 4 stries transverses ; dessous du dernier tour strié ; bouche arrondie. — Bois d'Éparcy.

— *elegantula*. Coquille costulée en long, striée en travers. — Bois d'Éparcy.

— *plicifer*. Coquille turriculée, ornée de crénelations pliciformes ; tours subcarénés. — Bois d'Éparcy.

- Nerinea columaris*. Suture portée sur un bourrelet granuleux ; tours concaves traversés par quatre stries fines au milieu desquelles est un bourrelet granuleux. — Bois d'Éparcy.
- *Bernardiana*. Coquille ayant les tours carénés. Les premiers ont une simple strie granuleuse ; les autres en ont quatre. Le dernier tour a deux carènes. — Bois d'Éparcy.
- *Deshayesca*. Coquille tarriculée ; tours concaves, striés en travers, et pourvus d'un bourrelet au milieu. — Bois d'Éparcy.
- *Gaudryana*. Coquille lisse ; tours concaves, traversés au milieu par un bourrelet. — Bois d'Éparcy.
- *Bayli*. Coquille pourvue d'une rampe, de trois stries transversales très fines, et de deux stries granuleuses. — Bois d'Éparcy.
- *Bourjoti*. Coquille lisse, tours très concaves ; suture portée sur un bourrelet. — Bois d'Éparcy.
- *Prevosti*. Coquille à tours droits, ornés de stries transverses et d'un bourrelet granuleux. — Bois d'Éparcy.
- *Beaumonti*. Tours concaves, ornés d'une côte transverse au milieu. — Bois d'Éparcy.
- *Haymi*. Coquille ornée de six stries transversales, au milieu desquelles est un bourrelet granuleux. — Bois d'Éparcy.
- *Barbaisii*. Coquille ornée de deux stries granuleuses, transversales, et de trois autres plus petites. — Bois d'Éparcy.
- *acicula*. D'Arch. — Bois d'Éparcy.
- *junculifera*. Tours concaves, ornés de stries fines et nombreuses au milieu desquelles est un bourrelet granuleux ; suture sur un bourrelet granuleux ; deux plis à la columelle, un au labre. — Bois d'Éparcy.
- *decmvolvata*. Tours très concaves ; une strie granuleuse et transverse au milieu. — Bois d'Éparcy.
- *millipunctata*. Coquille à tours droits, pourvus d'une rampe, ornés de grosses stries granuleuses et d'autres plus fines. — Bois d'Éparcy.
- *quaterstriata*. Coquille à tours droits, ornés de quatre stries granuleuses. — Bois d'Éparcy.
- *terstriata*. Coquille à tours droits, ornés de trois stries transversales. — Bois d'Éparcy.
- *bilineata*. Coquille à tours concaves, ornés de deux stries transversales et granuleuses. — Bois d'Éparcy.
- *parvula*. Coquille ornée de quatre stries fines au milieu desquelles est un bourrelet ; tours presque droits. — Bois d'Éparcy.
- *granulifera*. Petite coquille à tours concaves, ornés d'une rangée de grosses granulations. — Bois d'Éparcy.
- *striatifera*. Petite coquille à tours concaves, ornés de stries granuleuses et régulières. — Bois d'Éparcy.
- *gemmifera*. Coquille allongée ; tours à peine concaves, ornés d'un bourrelet granuleux et de trois stries transversales. — Bois d'Éparcy.
- *concava*. Tours concaves au milieu, ornés de deux stries granu-

leuses ; bourrelet granuleux supportant la suture. — Bois d'Éparcy.

Nerinea elegantula. Jolie petite coquille à tours concaves, finement et transversalement striés. — Bois d'Éparcy.

— *pectinata*. Coquille allongée, couverte de fines stries granuleuses, et terminée par un canal presque droit. — Bois d'Éparcy.

— *minima*. Petite coquille ; spire formant un angle convexe, ornée de fines stries granuleuses. — Bois d'Éparcy.

Acteonina glabra. Coquille lisse, ayant la forme des Ringicules ; tours concaves, labre épais, columelle légèrement relevée. — Bois d'Éparcy.

Acteon minimus, d'Orb. (d'Arch. sp.). — Bois d'Éparcy.

— *punctatus*. Spire terminée en pointe ; tours convexes, ornés de stries ponctuées ; bouche allongée, pourvue d'un petit canal antérieur ; deux plis à la columelle. — Logny-Bogny.

— *Heberti*. Coquille ventrue, striée, terminée en pointe, ayant deux plis à la columelle. — Bois d'Éparcy.

— *cassiformis*. Coquille lisse, ayant la grosseur d'un grain de blé ; spire très courte ; dernier tour très enveloppant. — Bois d'Éparcy.

— *scatiformis*. Coquille oblongue, transversalement striée ; tours droits, pourvus d'une rampe. — Bois d'Éparcy.

— *nudus*. Petite coquille lisse, à spire courte et ventrue. — Bois d'Éparcy.

— *acutus*, Sow. — Champlein.

— *cuspidatus*, Sow. (non Deslong., non d'Orb.). — Champlein.

— *Deshayreseus*. Coquille lisse, allongée, voisine de l'*Acteon acutus* et de l'*A. cuspidatus*. — Champlein.

Natica turbinispira. Coquille turbiné ; spire allongée. — Bois d'Éparcy.

Nerita minuta, Sow. (non Desl., non d'Orb.). — Bois d'Éparcy.

— *panderosa*. Grosse coquille lisse, couverte de stries d'accroissement ; columelle droite, lisse et encroûtée ; bouche semi-lunaire. — Les Vallées

— *rugosa*, Morr. et Lyc. — But, Champlein.

Pileolus irregularis. Coquille lisse, de forme irrégulière. — Bois d'Éparcy.

— *plicatus*, Sow. — Bois d'Éparcy.

— *levis*, Sow. — Aubigny.

Trochus Labadyei, d'Arch. — Bois d'Éparcy.

— *pleurotomariusus*. Coquille ayant la forme d'un Pleurotomaire, couverte de stries transversales et granuleuses. — Bois d'Éparcy.

— *reticulatus*. Coquille ornée de stries transverses qui se croisent avec des stries obliques. — Bois d'Éparcy.

— *granulifer*. Coquille pileoliforme, ornée de stries granuleuses transversales. — Bois d'Éparcy.

— *striatellatus*. Coquille ayant la forme d'un Pleurotomaire orné de stries transversales. — Bois d'Éparcy.

- Trochus costulatus*. Coquille ornée de stries transversales et de côtes longitudinales qui vont jusqu'à la moitié des tours. — Bois d'Éparcy.
- *pulverosus*. Coquille ornée de stries granuleuses transversales. — Bois d'Éparcy.
- *ornatissimus*. Coquille discoïde, ornée de stries longitudinales courbes. — Bois d'Éparcy.
- Solarium polygonium*. d'Arch. — Bois d'Éparcy.
- *elongatum*. Voisin du *Solarium polygonium*, mais en différant par son ombilic profond, sa spire allongée et acuminée. — Bois d'Éparcy.
- *nodosum*. Coquille pourvue d'un large ombilic bordé de grosses crénelations; spire plane, tuberculeuse et réticulée. — Bois d'Éparcy.
- Straparollus nudus*. Coquille discoïde, lisse, très peu ombiliquée. — Bois d'Éparcy.
- Scalaria erculata*. Coquille striée en travers, ornée de côtes en long; bouche arrondie. — Bois d'Éparcy.
- Turbo delphinuloides*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
- *rugans*. Coquille trochoïde; tours droits, ornés de plis; bouche ronde, oblique. — Bois d'Éparcy.
- *rectangulifer*. Coquille allongée; bouche petite, ronde; côtes longitudinales se croisant avec deux carènes transversales. — Bois d'Éparcy.
- *trochoides*. Petite coquille lisse, renflée; labre subanguleux. — Bois d'Éparcy.
- *pyramidalis*. d'Arch. — Bois d'Éparcy.
- *rugans*. Tours droits, ornés de plis; bouche ronde, oblique. — Bois d'Éparcy.
- Monodonta Lyelli*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
- Turbo reticularis*. Petite coquille; tours convexes, ornés de trois côtes transversales qui se croisent avec des côtes longitudinales; dessous du dernier tour couvert de stries granuleuses; bouche ronde, oblique. — Bois d'Éparcy.
- *convexispira*. Spire d'abord concave, puis renflée, ornée de côtes longitudinales. — Bois d'Éparcy.
- *decoratus*. Petite coquille à tours bicarénés, ornés de stries qui se croisent avec des côtes longitudinales; bouche ronde. — Bois d'Éparcy.
- *curvicostratus*. Coquille turriculé, pourvue de côtes longitudinales espacées. — Bois d'Éparcy.
- *Peltieri*. Coquille à bouche ronde, ornée de deux rangées de petites nodosités qui se réunissent presque pour former des côtes. — Bois d'Éparcy.
- *Verucilli*. Coquille turriculée, allongée, ornée de côtes longitudinales. — Bois d'Éparcy.
- *capuliformis*. Coquille renflée; côtes longitudinales; stries transverses, proéminentes aux points d'intersection. — Bois d'Éparcy.

- Turritella tenuicostata*. Coquille allongée, striée transversalement, ornée de fines côtes longitudinales. — Bois d'Éparcy.
- Phasianella Lymneriei*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
- *naticiformis*. Coquille à spire allongée et lisse; suture linéaire; bouche acuminée en avant. — Bois d'Éparcy.
- Stomatia subsulcosa*, d'Orb. (d'Arch., sp.). — Bois d'Éparcy.
- Trochotoma laevigata*. Coquille lisse, ayant une petite ouverture ronde et ressemblant à un *Trochus*. — Bois d'Éparcy.
- Purpurina rissoaformis*. Coquille turriculée, ornée de grosses côtes longitudinales et de fines stries transverses; bouche ovale; canal court. — Bois d'Éparcy.
- *laevigata*. Coquille lisse, turriculée; spire terminée en pointe; columelle encroûtée; canal petit. — Bois d'Éparcy.
- *acteoniformis*. Coquille lisse, turriculée; bouche étroite, pourvue d'un canal très court. — Bois d'Éparcy.
- *Thorenti*, d'Orb. (d'Arch., sp.). — Bois d'Éparcy.
- *granulifera*. Coquille bucciniforme, canaliculée, ornée de stries granuleuses transverses qui se croisent avec des stries longitudinales. — Bois d'Éparcy.
- *trochoïdes*. Coquille trochoïde; tours carénés, ornés de côtes longitudinales; dessous du dernier tour lisse. — Bois d'Éparcy.
- *plicata*. Petite coquille allongée; tours droits, pourvus d'un méplat, ornés de côtes longitudinales; bouche allongée. — Bois d'Éparcy.
- *bicoronata*. Jolie petite coquille turriculée, dont les tours sont ornés de deux rangées de granulations. — Bois d'Éparcy.
- Fusus nudus*. Coquille lisse, allongée, fusiforme; spire légèrement concave, composée de six tours droits pourvus d'une faible rampe; le dernier est très enveloppant; bouche étroite, terminée par un long canal; labre mince, s'étendant jusqu'au bas du canal. — Champlein. (Pl. XXXI. fig. 11, 12 et 13.)
- Mitra nuda*. Coquille canaliculée, allongée, lisse, ayant deux pûs obliques à la columelle. — Bois d'Éparcy.
- Cerithium cognatum*. Coquille lisse; tours presque droits. — Rumigny.
- *ovale*. Coquille ayant les tours convexes, ornés de côtes longitudinales. — Bois d'Éparcy.
- *inornatum*. Coquille lisse, un peu ventrue; suture linéaire. — Bois d'Éparcy.
- *Nystii*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
- *ministriatum*. Coquille ornée d'une strie transverse près de la suture, et d'un grand nombre de fines stries longitudinales. — Bois d'Éparcy.
- *multistriatum*. Coquille finement striée en travers; tours convexes. — Bois d'Éparcy.
- *scutiforme*. Coquille ornée de stries transverses et granuleuses. — Bois d'Éparcy.
- *pinguissens*. Coquille ayant des côtes obliques et une faible rampe sur chaque tour. — Bois d'Éparcy.

- Cerithium Konincki*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
- *angulare*. Coquille lisse, tours anguleux. — Bois d'Éparcy.
- *quasinudum*. Coquille lisse, costulée vers la pointe de la spire. — Bois d'Éparcy.
- *Dufrenoyi*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
- *rapticosatum*. Coquille ornée de stries transverses et de côtes longitudinales. — Bois d'Éparcy.
- *caelatum*. Trois rangées de granulations et une strie granuleuse sur chaque tour. — Bois d'Éparcy.
- *strangulatum*, d'Arch. — Bois d'Éparcy. (Ce n'est pas un véritable *Cerithium*.)
- *coniforme*. Coquille conique, ayant des côtes longitudinales peu visibles. — Bois d'Éparcy.
- *tuberculigerum*. Coquille ayant une rangée de tubercules striés et une rangée de fines granulations. — Bois d'Éparcy.
- *exiguum*. Petite coquille ayant les tours convexes et des stries longitudinales qui se croisent avec des stries transversales. — Bois d'Éparcy.
- *Archiaci*. Tours ornés d'un bourrelet granuleux et de côtes transverses. — Bois d'Éparcy.
- *elegantulum*. Tours convexes, ornés de stries transverses; une rangée de côtes longitudinales près de la suture. — Bois d'Éparcy.
- *milleforme*. Des côtes longitudinales se croisent sur chaque tour avec de fines stries transversales. — Bois d'Éparcy.
- *thiariforme*. Suture portée sur une carène granuleuse; une grosse strie granuleuse au milieu des tours, entre deux plus petites. Bois d'Éparcy.
- *multicostatum*. Tours bicarénés, striés en travers, costulés en long. — Bois d'Éparcy.
- *humile*. Il ne diffère du *Cerithium multivolutum* que par la forme de sa bouche. — Bois d'Éparcy.
- *bicoronatum*. Coquille ornée d'une rangée de petits tubercules, et d'une rangée de tubercules plus gros. — Bois d'Éparcy.
- *incomptum*. Coquille conique, lisse: tours légèrement convexes. — Bois d'Éparcy.
- *multiforme*. Tours ornés de côtes longitudinales et de stries transverses. — Bois d'Éparcy.
- *breve*. Petite coquille qui a l'aspect d'un fuseau; côtes longitudinales irrégulières; stries transverses. — Bois d'Éparcy.
- *convexum*. Spire trouquée, bouche très étroite, test réticulé. — Bois d'Éparcy.
- *pluviser*. Tours droits, pourvus d'une petite rampe; côtes longitudinales au-dessous desquelles se trouve une rangée de granulations; dernier tour caréné, lisse par-dessous. — Bois d'Éparcy.
- *Barraudianum*. Coquille allongée, ornée de deux rangées de nodales et de stries transverses alternant avec elles. — Bois d'Éparcy.

L'oolithe miliaire a environ 10 mètres de hauteur. C'est une des couches dont l'épaisseur varie le moins. Sa puissance est de 5 ou 6 mètres dans le département de l'Aisne. Entre la Bar et le département de la Meuse, elle n'a plus guère que 5 mètres. Dans cette région elle est plus jaune et moins oolithique que dans les autres parties des Ardennes. Elle y est recouverte par un mince lit d'argile qui renferme des coquilles roulées, et la surface de son dernier banc est criblée de trous de *Pholades*. Il y a donc encore eu à cette époque un affaissement du massif des Ardennes; mais, comme tous les précédents, il a été local. On ne trouve de traces de discordance de stratification ni dans la partie occidentale des Ardennes ni dans le département de l'Aisne.

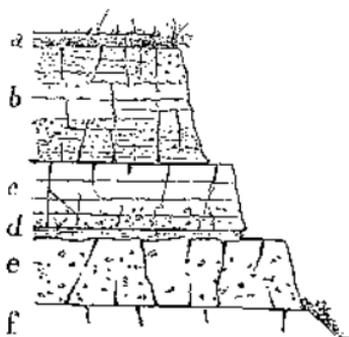
M. d'Archiac, sans assimiler l'oolithe miliaire à l'oolithe inférieure, l'en a rapprochée en la mettant dans le même sous-groupe et en lui donnant sur sa carte la même couleur. L'oolithe miliaire doit être considérée comme correspondant à l'oolithe d'Ancliff; c'est la partie inférieure de la grande oolithe des Anglais. Si sa position au-dessus du *fuller's earth* ne le prouvait pas, sa faune suffirait pour le démontrer.

Calcaires jaunes.—Après le mouvement qui mit fin à la période de l'oolithe miliaire, de nouveaux dépôts se formèrent. Ce sont des calcaires jaunes n'ayant pas plus de 3 ou 4 mètres de puissance, et diminuant d'épaisseur vers l'occident. Ils n'affleurent que dans les Ardennes. Dans l'Aisne, les calcaires blancs reposent directement sur l'oolithe miliaire. Ils passent souvent au grès; on voit alors des couches de sable alterner avec les bancs qu'ils forment: une petite carrière située au sud du village de But montre cette alternance. La faune de ces calcaires, comme celle de l'oolithe miliaire, appartient au *gréot oolithique*. J'y ai recueilli l'*Avicula echinata*, l'*Ostrea acuminata*, le *Alytilus tenuistriatus*, le *Alytilus asper*, le *Cardium Stricklandi*, la *Cypricardiu rostrata*, et plusieurs autres fossiles qui m'ont paru indéterminés. Les gastéropodes y sont très nombreux, surtout dans le gîte de la vallée de Bordeaux. Voici la liste de ceux que j'y ai recueillis: *Nerinea axonensis*, d'Orb. (d'Arch. sp.), *Nerinea columna*, (n. sp.), *Trochus plicatus*, d'Arch., *Turbo Ozennii* (*nova species*), *Pterocera trifida*, Phill., *Phasianella Leymeriei*, d'Arch., *Natica subumbilicata*, d'Orb., (d'Arch. sp.), etc.

Un nouveau soulèvement du massif des Ardennes, pendant lequel les dépôts qui venaient de se former furent émergés et se solidifièrent, fut suivi d'un affaissement nouveau qui mit fin à la période des calcaires jaunes. La surface de leur dernier banc,

couverte d'huîtres et percée de trous de Pholades, atteste cette interruption dans les dépôts qui, du reste, est la dernière dont j'aurai à parler.

Les carrières de Harancourt, que MM. Sauvage et Buvignier ont rapportées à tort à l'oolithe inférieure, présentent une coupe très intéressante qui montre à la fois la discordance de stratification qui sépare les calcaires jaunes de l'oolithe miliaire et celle qui les sépare des calcaires blancs.

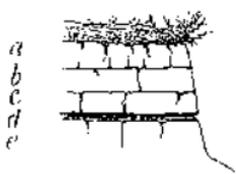


Carrière de Harancourt.

- f. Calcaire jaune, formant de la pierre douce d'une qualité médiocre.
 e. 5 mètres. — Oolithe miliaire contenant un grand nombre de débris de coquilles et de Bryozoaires. On l'exploite pour en faire de la pierre de taille, qui est de bonne qualité et que l'on emploie dans les constructions. La surface de son dernier banc est criblée de trous de Pholades et couverte d'huîtres qui s'y sont attachées.
 d. 0m,50. — Couche mince, de puissance variable, contenant des *Terebratula maxillata*, des *Lima proboscidea*, des *Ostrea acuminata*, des *Pinna*, des *Trigonia*, et un nombre considérable de *Gastrochaena*.
 c. 2m,80. — Calcaire jaune oolithique. La surface de son dernier banc est criblée de trous de Pholades. On en extrait de la bonne pierre de taille.
 b. 5 mètres. — Calcaire oolithique grisâtre et friable.
 a. Terre végétale.

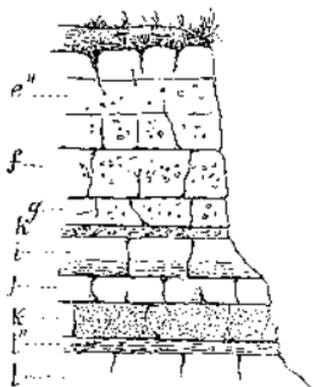
Les calcaires jaunes forment, entre la vallée de la Bar et le département de la Meuse, des bancs de pierres qui sont exploitées pour construction et sont exportées à une distance de plus de vingt lieues. C'est à cet horizon qu'appartiennent les assises inférieures de la carrière du vieux fond d'Esfer, près de Bulson. La partie supérieure de cette carrière appartient aux calcaires blancs. La discordance de stratification y est encore manifestée par de nombreux trous de Pholades. Toutes ces discordances de stratifications ne sont pas dues à de grands cataclysmes; elles sont plutôt le résultat de soulèvements lents et progressifs, semblables à ceux que l'on remarque aujourd'hui sur certains points des côtes.

Calcaires blancs. — Au-dessus des calcaires jaunes affleurent les calcaires blancs, formation puissante qui n'a pas moins de 50 mètres de hauteur dans un grand nombre de localités des Ardennes. Cette épaisseur est moins considérable dans le département de l'Aisne; elle est encore plus faible entre la rivière de Bar et le département de la Meuse. Des couches exclusivement formées par des oolites blanches, fines et d'égale grosseur; des calcaires tendres, crayeux, tachant les doigts, devenant quelquefois celluloux ou cavernoux; des lits d'oolithes avelinaires ou de nodules, dont les formes parfois bizarres rappellent ordinairement celle d'une bille; des calcaires compactes blancs ou gris, à cassure conchoïdale; enfin, des bancs formés par des oolithes semblables à du gravier et appelés par les carriers *gros gris* ou bancs graveleux; telles sont les diverses assises qui composent les calcaires blancs. Au premier aspect, il semble que toutes ces couches qui ont la même couleur s'entremêlent et ne présentent aucun ordre régulier de superposition. On est bientôt détrompé lorsqu'on étudie plus attentivement la formation. Voici les coupes de différentes carrières situées à 8 lieues de distance les unes des autres. On verra que, malgré leur éloignement, les diverses variétés de roches y présentent le même ordre de superposition.



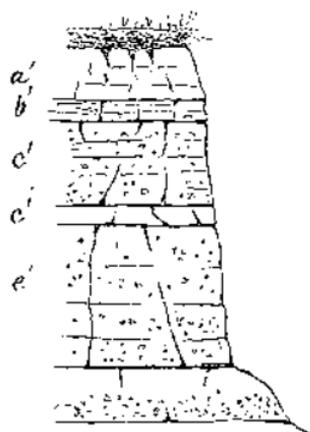
Première carrière de Poix.

- a. 1 mètre. — Calcaire blanc, celluleux, dur, compacte, à cassure anguleuse.
 b. 1 mètre. — Calcaire blanc, crayeux, avec empreintes de *Purpura minax*.
 c. 1 mètre. — Calcaire blanc, crayeux, à oolites aveleinaires.
 d. Mince lit de calcaire marneux gris.
 e. 2 mètres. — Calcaire blanc, à oolites aveleinaires.



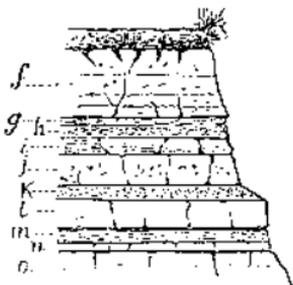
Deuxième carrière de Poix.

- a'. 4 mètres. — Calcaire blanc, crayeux, gelif.
 f. 2 mètres. — Calcaire blanc, crayeux, légèrement graveleux.
 g. 1m,30. — Calcaire blanc, crayeux, gelif, renfermant quelques grosses oolites.
 h. 0m,30. — Calcaire blanc, percé de cavités irrégulières très nombreuses.
 i. 2 mètres. — Calcaire blanc, tendre, employé à faire de la chaux.
 j. 1 mètre. — Calcaire blanc, tendre, appelé *petit gris*. Il donne de la bonne pierre de taille.
 k. 1m,30. — Banc graveleux, appelé *gros gris*, donnant une excellente pierre de taille que l'on ne peut scier.
 l. 0m,30. — Castine blanche, gelive.
 o'. 2 mètres. — Calcaire blanc, gelif.



Première carrière de Ramigny.

- a'. 2m,20. — Calcaire blanc, semi-compacte.
 U. 0m,30. — Calcaire blanc, celluleux, avec empreintes de *Purpura minax*.
 c'. 5m,80. — Calc. blanc, tendre et celluleux, contenant quelques oolites aveleinaires.
 e'. 0m,75. — Calcaire blanc, semi-compacte.
 e''. 8m,20. — Calcaire blanc, celluleux, renfermant quelques oolites aveleinaires, et contenant à sa partie inférieure des moules de *Cardium pes bovis*, de *Corbis Lajozei*, de *Purpura minax*, et de quelques autres gros fossiles.



Deuxième carrière de Ramigny.

- f'. 5m. — Calcaire blanc, celluleux, crayeux, renfermant quelques oolites aveleinaires et quelques empreintes de fossiles.
 g'. 0m,20. — Calcaire blanc grisâtre, friable, appelé *marne* par les ouvriers.
 h'. 0m,30. — Calcaire blanc, percé de trous nombreux et vermiculiformes. Ces cavités ont souvent plus d'un mètre de longueur; leur diamètre est parfois de 20 centimètres. Il serait assez difficile d'expliquer la formation de ces cavités.
 i'. 0m,60. — Calc. noduleux et marne blanche.
 j'. 1m,60. — Calc. blanc, tendre et celluleux, formant de la bonne pierre de taille.
 k'. 0m,70. — Banc graveleux, uniquement formé de petits nodules. On en tire de la pierre de taille de bonne qualité, mais rebelle à la scie, et appelée *pterre de chien*.
 l'. 1m,35. — Calcaire blanc grisâtre, semi-compacte, donnant de la pierre de médiocre qualité.
 m. 0m,30. — Marne blanche, veinée de bleu.
 n. 0m,50. — Calcaire rougeâtre, très dur.
 o. Calcaire d'un blanc grisâtre.

Ainsi, les mêmes couches se présentent à de grandes distances dans le même ordre de superposition. Cela n'arrive pourtant pas toujours. Il y a des variétés de roches qui sont toutes locales. A Lacerlau, par exemple, on remarque à l'est et au nord-est du village des assises qui ont une tendance à devenir siliceuses ; elles renferment des nodules blancs aussi gros que le poing, aplatis et comme écrasés. Ces nodules sont siliceux ; il en est souvent de même de la couche qui les contient, quoiqu'elle conserve l'aspect des calcaires blancs. Mais la variété de roche la plus singulière est un banc de silex véritable, brun, transparent, à cassure anguleuse et faisant feu au briquet. Il n'a pas plus de deux décimètres d'épaisseur. J'ai vainement cherché à suivre son affleurement ; je ne l'ai retrouvé nulle part. Il est très curieux de voir ces silex se former dans les calcaires blancs et crayeux de la grande oolithe. C'est déjà le phénomène qui doit devenir si général lors de l'époque crétacée. C'est un premier essai que fait la nature.

M. d'Archiac a divisé, d'après leur faune, les calcaires blancs en deux étages :

- Les calcaires à *Terebratula decorata* ;
- Les calcaires blancs.

Ce géologue éminent, qui a jeté un grand jour sur la formation oolithique de l'Aisne, a choisi des subdivisions si bien fondées sur la nature des choses qu'on les retrouve toutes dans les Ardennes. Il a reconnu dans les assises des calcaires blancs les dépôts de deux époques distinctes. La division qu'il fait est excellente ; seulement elle a l'inconvénient de réunir sous le nom de calcaires à *Terebratula decorata* deux assises fort différentes : les calcaires à grosses *Terebratula decorata* et les calcaires à *Nerinea patella*. Elle a encore l'inconvénient de donner exclusivement le nom de calcaires blancs à une seule des assises auxquelles ce nom convient, car les calcaires à *Terebratula decorata* et les calcaires à *Nerinea patella* sont aussi blancs que les couches qui les recouvrent ; et, sans les fossiles qui les caractérisent, on ne pourrait les en distinguer. Je donnerai le nom de calcaires blancs à toutes les assises vraiment blanches de la grande oolithe ; puis, divisant ces assises en deux groupes qui correspondent à ceux établis par M. d'Archiac, je donnerai le nom de calcaires blancs inférieurs aux calcaires blancs de cet auteur, et le nom de calcaires blancs supérieurs à ses calcaires à *Terebratula decorata* ; je subdiviserai ensuite ceux-ci en calcaires à grosses *Terebratula decorata* et en calcaires à *Nerinea patella*.

Calcaires blancs inférieurs. — Les calcaires blancs inférieurs

ont une épaisseur considérable. Ils forment des bancs de pierre gélive exploités dans toute l'étendue des Ardennes pour construction. Dans l'Aisne on y a ouvert de nombreuses castinières et l'on s'en sert pour le marnage des terres. Entre la Bar et le département de la Meuse ils deviennent parfois jaunâtres; leurs assises supérieures sont seules bien développées dans cette région. C'est à ces calcaires que l'on doit rapporter les couches supérieures de la carrière du vieux fond d'Enfer, la carrière du lavoir près de Bulson, les assises inférieures du nouveau trou d'Enfer, les carrières de Chemery, de Vendresse, de Poix, de Bordeaux, de Thin, de Logny-Bogny, de Lacerlan, de Rumigny, de Bossus, d'Aubenton et du bois d'Éparcy.

A l'époque où se déposèrent les calcaires blancs inférieurs, les mouvements de la mer étaient si violents dans certains parages que tous les fossiles un peu fragiles y furent complètement brisés; les autres furent roulés et devinrent le centre d'oolithes énormes. Parmi ces oolithes il y en a de plus grosses que le poing. Leur taille ordinaire est celle d'une aveline ou d'une noix. Elles forment les seuls éléments de puissants dépôts au milieu desquels on ne trouve aucun fossile, si ce n'est ceux qui sont devenus le centre d'une oolithe et dont les formes sont le plus souvent méconnaissables. Ceux-ci sont quelquefois si abondants qu'il y a des assises d'oolithes avelinaires qui paraissent uniquement formées par des *Natices*, des *Pourpres*, des *Nérinées*, etc. On trouve de semblables assises dans les carrières de Logny, d'Aouste et de Fontenelle; elles appartiennent aux derniers bancs des calcaires blancs inférieurs. Je suis parvenu à dégager quelques-uns de ces fossiles du calcaire qui les entourait; j'y ai reconnu des *Natica Michelini*, des *Purpura minax*, des *Eustoma tuberculosa*, etc.. Le plus souvent ils étaient roulés et fragmentaires; il y avait pourtant des localités où ils étaient bien conservés. C'est ainsi que j'ai recueilli à Gruyères des *Purpura minax* qui ont conservé leurs ornements les plus délicats, qui ont toutes leurs pointes intactes, et dont on voit les moindres stries. Parmi les fossiles qui ont servi de noyaux aux oolithes, il y en a donc qui ne sont ni roulés, ni brisés; c'est qu'en effet, si l'agitation qui bouleversait la mer était assez grande pour tenir en suspension dans les eaux de lourdes masses telles que celles des oolithes avelinaires qui sont en nombre prodigieux dans les sédiments de cette époque, ses eaux, saturées en quelque sorte de calcaire, déposaient en même temps autour des fossiles des couches concentriques qui les préservaient des chocs. Dans certaines localités, la précipitation du calcaire fut si prompte que les

fossiles furent complètement épargnés grâce à la couche qui les revêtit. L'épaisseur des couches concentriques qui les recouvrent est souvent de plusieurs millimètres. Elles se sont formées d'une manière si rapide qu'elles n'étaient même pas complètement solidifiées autour des fossiles quand ils retombaient au fond de la mer. C'est pour cela qu'il n'est pas rare de voir de grosses oolithes soudées ensemble, disposition qui leur donne parfois les formes les plus bizarres.

La prompté précipitation du calcaire autour des fossiles du bois d'Éparcy n'est pas une des circonstances qui ont le moins contribué à les préserver de la destruction. Il est facile de voir qu'ils ont été encroûtés de calcaire; quelques-uns même le sont encore si complètement qu'ils sont informes et indéterminables. La belle conservation de la plupart d'entre eux est due à trois causes : à la force des flots qui fut peu considérable dans cette région, comme on peut en juger par la taille des oolithes qu'on y trouve, à la prompté précipitation du calcaire qui préserva les fossiles en les enveloppant, et à la désagrégation de ce même calcaire par suite du temps, désagrégation qui ne s'arrêta qu'au carbonate de chaux cristallisé qui représente aujourd'hui la coquille.

On voit que les circonstances dans lesquelles se sont formés les dépôts de calcaires blancs n'ont guère été favorables à la conservation des coquilles. Les petits fossiles surtout y sont très rares. On ne les trouve qu'à la jonction des bancs là où le calcaire est désagrégé, et dans l'intérieur de fossiles plus gros. Les gîtes coquilliers y sont assez rares pour qu'on les cite; je n'en connais que deux où les fossiles soient abondants : celui du bois d'Éparcy et celui de Bulson. La faune des calcaires blancs inférieurs correspond à la grande oolithe des Anglais; elle correspond à celle d'Ancliff et de Minchinhampton. Elle diffère peu de celle de l'oolithe miliare; les fossiles qui la distinguent de celle-ci, et qui sont caractéristiques, sont la *Purpura minax*, la *Natica Michelini*, l'*Eustoma tuberculosa*, la *Patella aubentonensis*, le *Cardium pes bovis*, le *Corbis Lajoyei* et la *Lucina lyrata*. Ces fossiles apparaissent dans les premières couches des calcaires blancs; on les trouve dans les carrières du bois d'Éparcy; ils ne disparaissent qu'à l'époque des calcaires à *Cerithium nudiforme*. Deux autres espèces fossiles, le *Cerithium undans*, et le *Pagodus nodosus* caractérisent les assises les plus récentes du calcaire blanc inférieur; elles forment un très bon horizon.

On trouve peu de polypiers dans les calcaires blancs inférieurs; j'y ai cependant recueilli quelques zoophytes à Éparcy. Les car-

rières de Poix et de Rumigny en renferment des empreintes assez nombreuses ; mais il est difficile de les déterminer. Les brachiopodes manquent presque complètement dans ce groupe. Les lamelibranches y sont peu nombreux. J'y ai trouvé les *Corbis Lajoyei*, *Cardium pes bovis*, *C. incertum*, *C. Stricklandi*, *C. concinnum*, *C. minutum*, *Mytilus Sowerbianus*, *M. tenuistriatus*, *M. asper*, *Cucullea Goldfussi*, *Nucula Valtoni*, *Leda lacryma*, *Trigonia costata*, *Lucina lyrata*, *Cypriocardia bathonica*, *C. rostrata*, *C. nuculiformis*, *Corbis aspera*, *Unicardium varicosum*, *U. parvulum*, *Pecten arcuatus*, et quelques autres espèces parmi lesquelles plusieurs sont indéterminées.

Les gastéropodes y sont très nombreux ; j'y ai recueilli les espèces suivantes :

Rissoina obliquata, Sow. — Bois d'Éparcy.

— *magna* (nov. sp.). Coquille lisse ; tours convexes ; le dernier est très grand ; bouche échancrée en avant ; bord libre épais. — Bois d'Éparcy.

Eulima axonensis, d'Arch. — Bois d'Éparcy.

Chemnitzia costillifera (nov. sp.). Coquille turriculée ; tours concaves au milieu, ornés d'un bourrelet le long de la suture. — Bois d'Éparcy.

— *fluctuosa* (nov. sp.). Coquille à côtes onduleuses traversées par des côtes transversales flexueuses. — Bois d'Éparcy.

— *conoidalis* (nov. sp.). Tours lisses et droits ; suture linéaire. — Bois d'Éparcy.

Nerinea Bulsoni. Coquille allongée, turriculée, lisse ; tours droits ; deux plis à la columelle. On trouve une variété de cette coquille dont les tours sont concaves, et qui a une strie au milieu des tours. — Bulson.

— *Buignieri*. Tours concaves ornés d'une ou deux stries transversales au milieu, et d'une rangée de granulations près de la suture ; les adultes perdent cette rangée de granulations ; deux plis à la columelle, un au labre. — Bulson.

— *multiseriata*. Grande coquille turriculée ; tours concaves, couverts de stries transversales ; un pli au labre, un à la columelle. — Bois d'Éparcy.

— *Heberti*. Coquille à tours droits, ornés de stries granuleuses ; un pli au labre, deux à la columelle. — Estrébay.

— *subbruntrutana*, d'Orb. (D'Arch. sp.). — Bois d'Éparcy.

— *architecturalis*. Coquille à tours concaves, pourvus de deux bourrelets suturaux et de quatre stries fines au milieu desquelles on en voit une plus grosse. — Bois d'Éparcy.

— *Gaudryana* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.

— *Bayei* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.

Soc. géol., 2^e série, tome XII.

Nerinea Orbignyana. Coquille pourvue d'une rampe, ornée de stries fines alternant avec des rangées de granulations. — Bois d'Éparcy.

— *pulchra*. Tours concaves couverts de stries granuleuses; suture portée sur un bourrolet. — Bois d'Éparcy.

— *juniculifera* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.

— *acicula*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.

— *millepunctata* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.

— *terstriata* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.

— *bilineata* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.

— *parvula* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.

— *granulifera* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.

— *striatiferu* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.

— *gemmifera* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.

Acteonina cassis. Coquille lisse, ombiliquée; dernier tour très enveloppant; bouche allongée. — Bulson.

— *Franquana*, d'Orb. — Bois d'Éparcy.

— *ventrosa*. Coquille lisse; spire renflée; tours légèrement convexes; bouche étroite. — Bois d'Éparcy.

— *glabra* (Phill. sp.). — Bois d'Éparcy.

Acteon minimus, d'Orb. (d'Arch. sp.). — Bois d'Éparcy, Rumigny.

— *altus*, Morr. et Lyc. — Bulson.

— *cylindricus*, Morr. et Lyc. — Bois d'Éparcy.

— *inflatus*. Coquille lisse; spire renflée; bouche allongée; un pli à la columelle. — Bois d'Éparcy.

— *oblongus*. Coquille oblongue terminée en pointe; spire renflée, lisse; bouche petite; un pli à la columelle. — Bois d'Éparcy.

— *nudum* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.

Natica Taucredi, Morr. et Lyc. — Thin.

— *Danae*, d'Orb. — Rumigny.

— *Michelini*, d'Arch. — Bois d'Éparcy, Rumigny, Chemery.

— *tumidula*, Phill. — Bois d'Éparcy.

— *sumbilicata*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.

— *neritiformis*. Coquille ovale transversalement; columelle renflée; bouche étroite; suture linéaire. — Bois d'Éparcy.

— *tracta*. Coquille ovale transversalement; tours convexes. — Bulson.

— *Bulsoni*. Coquille allongée, pourvue d'un faible méplat; nombreuses stries d'accroissement. — Bulson.

— *minuta*, Sow. (non Deslong., non d'Orb.). — Bois d'Éparcy.

— *costifera*. Coquille à spire courte, ornée de côtes longitudinales très accentuées; elle diffère par sa bouche de la *Nerita costulata*, Sow. — Rumigny.

— *lamellosa*. Coquille ornée de côtes lamelleuses, et carénée vers son milieu; columelle lisse. — Bulson.

— *ponderosa* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.

— *reticularis*. Coquille ornée de six côtes transversales traversées par des côtes longitudinales; bouche semi-lunaire. — Bois d'Éparcy.

- Natica naticispira*. Coquille lisse, à tours convexes; elle ne diffère des Natices que par la forme de sa columelle. — Bulson.
- Pileolus irregularis* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.
— *plicatus*, Sew. — Lacerlau, Bois d'Éparcy.
- Trochus Labadyei*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
— *luciensis*, d'Orb. — Bossus, Rumigny.
— *plicatus*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
— *spiratus*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
— *Belus*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
- Solarium polygonium*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
- Delphinula alba*. Coquille ombiliquée, tours convexes; bouche très large, pourvue d'un bourrelet, très échancrée sur le bord columellaire. — Rumigny.
- Turbo delphinuloides*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
— *pyramidalis*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
— *Bourjoti* (nov. sp.). — Bois d'Éparcy.
- Monodonta Lyelli*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
- Phasianella Lcymeriei*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.
— *Archiaci*. Coquille allongée; dernier tour large et court; bouche oblique. — Bois d'Éparcy.
- Stomatia subsulcosa*, d'Orb. (d'Arch. sp.). — Rumigny.
- Pterocera bispinosa*, Phill. — Lacerlau.
— *laevigata*, Morr. et Lyc. — Estrébay.
- Eustoma* (novum genus). Voisins des *Cerithium* dans le jeune âge, les *Eustoma* acquièrent de grandes dimensions sans devenir adultes. Ils ont parfois des plis très minces, soit à la columelle, soit au labre. Lorsque l'animal est adulte, il forme autour de sa bouche un vaste péristome. Le bord libre se prolonge en une aile très épaisse, non digitée, s'appliquant contre la spire; le côté columellaire se développe en une expansion moins étendue, mais assez grande pour recevoir aussi le nom d'aile; elle se relie postérieurement avec l'aile du labre, et entoure complètement la bouche; elle se prolonge le long du canal et ne se termine qu'avec lui; la portion d'aile columellaire qui accompagne le canal se relève contre l'autre bord du canal, qui est le prolongement du labre, en sorte que l'organe qui y est logé se trouve comme entre deux murailles, et que la section du canal d'un *Eustoma* est toute différente de celle que donnerait un *Pterocère*; les deux ailes, en se réunissant postérieurement, encroûtent la bouche; celle-ci s'arrondit à mesure que l'animal vieillit, et finit par paraître entière. On observe à l'extrémité de l'aile du labre, à sa partie postérieure, un long canal; le canal antérieur est presque droit. Le *Cerithium rostellaria*, Buv., me paraît appartenir à ce genre.
— *tuberculosa* (nov. sp.). — Rumigny, Bordeaux, Bulson, bois d'Éparcy.
- Pagodus nodosus*, Morr. et Lyc. (Buckman sp.). — Bulson.
- Purpura minax*. Coquille carénée, ornée de longues pointes; les pre-

miers tours sont lisses ; les pointes sont margaritifformes sur ceux qui suivent ; elles sont très longues sur les derniers ; dessus des tours strié obliquement, presque lisse ; dessous strié transversalement, et portant un grand nombre de bandelettes qui sont traversées par des sillons longitudinaux. C'est probablement la *Purpuroidea Moreausia* de MM. Morris et Lycett (non Buvignier) ; — Bois d'Éparcy, Rumigny, But, Gruyères, Poix.

Purpurina Thorenti, d'Orb. (d'Arch. sp.). — Bois d'Éparcy.

Cerithium pentagonum, d'Arch. — Bois d'Éparcy.

— *Nystii*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.

— *flammuligerum*. Coquille ayant les tours droits ornés de côtes recourbées. — Bois d'Éparcy.

— *Brongniarti*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.

— *Dufrenoyi*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.

— *Koniucki*, d'Arch. — Bois d'Éparcy.

— *Petri*, d'Arch. Bois d'Éparcy.

— *fibula*. Longue coquille ornée de stries d'accroissement nombreuses ; suture canalisée. — Bulson.

— *bicostatum*. Tours droits, étagés ; côtes longitudinales interrompues ; bouche allongée. — Bulson.

— *granuligerum*. Tours droits, ornés transversalement de grosses stries granuleuses, irrégulières et nombreuses ; bouche en losange ; canal court. — Bulson.

— *undans*. Coquille allongée ; tours presque droits, ornés d'une petite rampe et de côtes peu visibles, obliques. — Bulson.

— *acinosum*. Coquille turriculée ; tours droits, crénelés ; dessous du dernier tour orné de deux côtes et d'un grand nombre de stries transversales. — Bois d'Éparcy.

— *bellatum*. Voisin du *Fusus Raemeri*, il en diffère par ses tours plus convexes et son canal moins long. — Bois d'Éparcy.

Rimula clathrata, Sow. — Bois d'Éparcy, Aubenton.

Helcion convexum. Coquille ornée de stries rayonnantes espacées. — Rumigny.

Patella aubentonensis, d'Arch. — Aouste, Bois d'Éparcy, Rumigny, Aubenton.

Calcaires blancs supérieurs. — Les calcaires blancs supérieurs se subdivisent en calcaires à *Terebratula decorata* et en calcaires à *Nerinea patella*.

Calcaires à Terebratula decorata. — Les calcaires à *Terebratula decorata* présentent les mêmes caractères que les calcaires blancs inférieurs sur lesquels ils reposent, et, au premier aspect, ils paraissent n'en être que la continuation, mais ils s'en séparent nettement par leur faune. Presque toutes les espèces qui peuplaient les mers de l'oolithe miliaire ont disparu, et, parmi les mollusques qui vivaient à l'époque des calcaires blancs inférieurs, quelques-

uns seulement ont persisté, et vivent encore à l'époque des calcaires à *Terebratula decorata*. Ce sont : *Purpura minax*, *Pagodus nodosus*, *Eustoma tuberculosa*, *Natica Michelini*, *Cardium pes bovis*, *Lucina lyrata* et *Corbis Lajoyei*. Une légion de mollusques nouveaux envahit les mers, et parmi eux on remarque surtout la *Terebratula decorata*.

Les *Terebratula decorata*, dès leur apparition, sont si nombreuses, elles sont si grosses, si bien développées, si variées par leurs formes, et on les rencontre partout au même niveau avec tant de régularité et tant d'abondance, qu'il est impossible de trouver un horizon plus constant que celui où on les observe, un guide plus sûr au milieu des couches blanches et uniformes de la grande oolithe. J'ai suivi cette assise depuis le bois d'Éparey jusqu'au delà de Raucourt, c'est-à-dire dans toute l'étendue des Ardennes et de l'Aisne. Partout j'ai trouvé les mêmes fossiles en abondance, partout j'ai vu les *Terebratula decorata* former presque seules les bancs qui les contiennent, et présenter d'innombrables variétés. La roche où elles gisent change souvent d'aspect, mais elle est presque toujours blanche et noduleuse. Tantôt dure, tantôt tendre, quelquefois terreuse, souvent compacte et à cassure conchoïdale, elle passe dans certaines localités à un calcaire jaunâtre sableux ou marneux.

L'épaisseur de cette assise varie entre 1 et 4 mètres ; elle est partout si coquillière qu'il suffit d'en trouver l'affleurement pour y découvrir un gîte. C'est dans les carrières et les fossés de Bulson, de Poix, de Jandun, de Rumigey et d'Éparey, que j'ai recueilli les fossiles de ma collection. Les polypiers y sont abondants, mais ils appartiennent à un petit nombre d'espèces. Plusieurs n'ont pas encore été décrits. Parmi les mollusques bivalves que j'ai recueillis, je citerai les suivants : *Gervillia acuta*, *Lithodomus inclusus*, *Arca hirsonensis*, *A. rugosa*, *A. lucina*, *A. Bellona*, *Isocardia tenera*, *Cardium Buckmani*, *C. Beaumonti*, *C. Stricklandi*, *C. semicostatum*, *C. concinnum*, *C. striatulum*, *C. cognatum*, *C. Madrili*, *Isocardia rhomboidalis*, *I. tener*, *Cypriocardia bathonica*, *C. rostrata*, *C. nuculiformis*, *Corbis Lajoyei*, *C. aspera*, *Lucina Orbignyana*, *Anomia elliptica*, *Terebratula decorata*, *T. acuta*, et quelques autres mollusques indéterminés.

J'y ai recueilli les gastéropodes suivants :

Lymnea bulimoides. Coquille allongée ; suture oblique ; tours convexes, ornés de stries transverses très fines à la partie supérieure de la spire, et de stries d'accroissement sur le dernier

tour, qui est très enveloppant ; bouche oblique, versante. — Éparcy. (Puisqu'il y avait des continents à cette époque, il y avait par conséquent des fleuves et des embouchures.)

Chemnitzia niortensis, d'Orb. — Rumigny.

Cerithium funiculosum. Tours lisses, ornés au milieu d'une rangée de granulations. — Éparcy.

Nerinea eparcyensis. Grande coquille lisse, tours à peine concaves, ayant le long de la suture un mince bourrelet granuleux ; un pli au labre, un à la columelle. Certaines variétés n'ont pas de bourrelet. — Éparcy.

— *Liessi*. Espèce ayant deux plis à la columelle. Elle est très voisine de la *Nerinea eparcyensis*. — Éparcy.

Acteonina brevis, Morr. et Lyc. — Rumigny.

— *cassis* (nov. sp.). — Rumigny.

Ampullaria acutispira. Coquille turriculée terminée en pointe ; tours très convexes ; ombilic étroit. — Éparcy.

Natica Bulsoni (nov. sp.). — Éparcy.

— *tracta* (nov. sp.). Rumigny.

— *lanceolata*. Coquille convexe ; tours nombreux et convexes ; spire formant un angle concave, et terminée en pointe. — Éparcy.

— *cuspidata*. Coquille ovale transversalement ; spire concave, terminée en pointe ; tours convexes. Voisine de la *Natica mucronata*, elle est beaucoup plus large et plus courte. — Éparcy, Rumigny.

— *mucronata*. Tours convexes ; spire concave terminée en pointe. — Rumigny.

— *delumbata*. Coquille ovale transversalement ; spire tronquée ; suture canaliculée. — Rumigny.

— *Verneuli*, d'Arch. — Rumigny, Éparcy.

— *Michelini*, d'Arch. — Rumigny, Éparcy.

— *Sharpei*, Morr. et Lyc. — Rumigny.

Nerita gea, d'Orb. — Rumigny.

— *naticiformis*. Voisine de *Nerita gea*, elle a un plus grand nombre de tours de spire, et elle est plus aplatie. — Éparcy.

— *punctata*. Coquille transversalement ovale ; spire très courte, columelle lisse ; bouche large ; Des points noirs et allongés forment son ornementation. — Éparcy.

— *nuda*. Coquille lisse, ressemblant à la *Natica neritoides* de Morr. et Lyc. Tours convexes ; le dernier est très développé ; columelle droite et lisse ; bouche semi-lunaire. — Éparcy, Rumigny.

— *inflata*. Coquille ovale transversalement, lisse, ayant le dernier tour très développé. — Rumigny.

— *inornata*. Coquille lisse ; tours convexes ; columelle formée par un encroûtement épais. — Rumigny, Éparcy.

— *nudispira*. Coquille lisse ; spire petite ; tours convexes. Elle est beaucoup plus allongée que la *Nerinea inornata*. — Rumigny.

Trochus nodosus. Coquille ornée de côtes longitudinales sur les pré-

miers tours ; ces côtes s'effacent quelquefois sur les derniers ; nombreuses stries transverses. — Éparcy.

Turbo? nodifer. Bouche arrondie. Tours droits, ornés de deux rangées de tubercules. Les premiers sont lisses ; le dernier, très enveloppant, a cinq rangées de tubercules. — Éparcy.

— *decoratus*. Coquille ombiliquée ; tours transversalement striés, bicarénés, ornés de tubercules. — Rumigny, Aouste, Éparcy.

Delphinula Buckmani, Morr. et Lyc. — Éparcy.

Phasianella levigata. Coquille lisse ; tours concaves, le dernier est très large ; bouche légèrement acuminée en avant. — Rumigny.

Eustoma tuberculosa. Coquille turriculée, ornée d'une rangée de gros tubercules près de la suture, et de fines stries transversales ; le dernier tour a quelquefois une seconde rangée de tubercules rudimentaires ; bouche ovale, carrée ou ronde, suivant les âges ; aile columellaire lisse du côté buccal, ornée de stries concentriques de l'autre côté ; aile du bord libre épaisse, striée, pourvue d'une gibbosité vis-à-vis de la rangée de tubercules, terminée postérieurement par un long canal ; canal antérieur très long, légèrement recourbé en arrière. Éparcy, Rumigny. Pl. XXXI, fig. 1, 2 et 44.

Pagodus nodosus, Buckman. — Éparcy, Rumigny.

Purpura minax (nov. sp.). — Éparcy, Jaudan.

— *armata*. Coquille voisine de la *Purpura minax*, mais plus allongée, ayant des pointes plus arrondies, et ne portant que des stries et des bandelettes peu visibles. Éparcy, Aouste, But.

Fusus Bawignieri, Morr. et Lyc. — Éparcy.

Purpurina? bicincta. Grosse coquille turbinée, ombiliquée, couverte de stries transverses ; tours carénés, ornés d'une rangée de gros tubercules, le dernier en a deux. — Rumigny, Éparcy.

Cerithium Heberti. Tours concaves, ornés de deux bourrelets granuleux et d'une strie transversale. — Éparcy.

— *margaritifera*. Coquille ornée d'une rangée de tubercules et de deux bandelettes transverses ; le dernier tour a 7 ou 8 côtes ; bord libre échancré. — Éparcy.

— *costiger*. Côtes longitudinales croisées par des stries transverses. — Rumigny.

— *Murchisoni*, d'Arch. — Rumigny.

— *undulosum*. Côtes obliques ; ombilic rudimentaire. — Éparcy, Rumigny.

La faune des calcaires à *Terebratula decorata* n'est pas la même que celle d'Ancliff, mais elle correspond à celle de Minchinhampton. Elle appartient donc à la grande oolithe telle que la limitent actuellement les Anglais.

Calcaires à *Nerinea patella*. — Au-dessus des calcaires à *Terebratula decorata* affleurent les calcaires à *Nerinea patella* et à *Chemnitzia inornata*. Ce sous-groupe, qui n'a encore été distingué

par aucun des géologues qui se sont occupés de la grande oolithe, diffère autant du précédent par l'aspect de la roche que par la spécialité des fossiles. Les calcaires qui le composent sont encore blancs, mais ils se délitent ordinairement en plaquettes. Ils sont presque toujours uniquement formés par de fines oolithes blanches, grises ou jaunâtres. Quelquefois, comme à Thin-le-Mouthier, ces oolithes deviennent miliaires, et l'on voit dans la roche de nombreux débris de coquilles posés à plat. Ils sont généralement peu coquilliers, mais certains fossiles qui leur sont spéciaux s'y présentent avec tant de constance et de régularité qu'il m'a paru impossible de ne pas distinguer les dépôts formés pendant le temps où ont vécu ces espèces de ceux qui se sont formés pendant les époques qui ont précédé leur apparition ou suivi leur disparition. Parmi ces fossiles, figurent deux gastéropodes, la *Nerinea patella* et la *Chemnitzia inornata*. Partout on les rencontre au même horizon; on ne les trouve pas en grande abondance, mais ils ne sont rares nulle part; ils sont presque toujours seuls, car la mer où ils ont vécu paraît être peu favorable au développement des êtres organisés. Presque toutes les espèces qui vivaient à l'époque précédente ont disparu; les *Terebratula decorata* seules paraissent avoir persisté. Mais quelle différence entre ces coquilles et celles des dépôts antérieurs! Au lieu de ces *Terebratula decorata* si grosses, si nombreuses, si variées, on ne voit plus que de petits mollusques atrophiés, ayant à peine 1 centimètre de large. Cette espèce, qui avait prospéré d'une manière si remarquable à l'époque précédente, a dégénéré subitement. Pendant quelque temps encore, survivant à presque tous les êtres au milieu desquels elle avait vécu, elle a essayé de lutter contre les influences destructives qui l'environnaient, puis elle a fini par succomber. On n'en voit plus dans les assises supérieures des calcaires à *Cerithium nudiforme*. Assurément ces changements dans les conditions que les mers présentent aux êtres organisés qui les peuplent valent bien la peine que l'on fasse une époque à part de celle où ils sont survenus, et un sous-groupe particulier des dépôts qui se sont alors formés.

Les calcaires à *Nerinea patella* se terminent par des assises qui se délitent en plaquettes oolithiques grisâtres et fort peu coquillières. Ils ont ordinairement 4 ou 5 mètres d'épaisseur dans les Ardennes; leur puissance est moins grande dans l'Aisne. Ils forment un horizon constant que l'on peut suivre dans toute l'étendue de ces deux départements depuis Éparcy jusqu'au delà de Raucourt.

Je n'y connais qu'un seul gîte coquillier : celui de la Cour-des-Prés, commune de Rumigny. Les assises inférieures de ce sous-groupe y forment un véritable passage entre les calcaires à grosses *Terebratula decorata* et les couches à *Nerinea patella*. J'y ai recueilli un grand nombre de gastéropodes. Un calcaire jaunâtre recouvre ces couches; il contient une grande quantité de polypiers parmi lesquels on reconnaît l'*Anabacia levis*, l'*Isastrea moneta*, et un polypier voisin des *Cyathophyllum*. Les couches supérieures ne contiennent aucun fossile.

Parmi les bivalves que l'on trouve à la base de cette assise, je citerai les suivants : *Orbicula elliptica*, *Cardium Beaumonti*, *Lucina Orbignyana*, *Corbis Lajoyei* et *Terebratula decorata* de petite taille. On ne trouve guère dans la partie moyenne que la *Lima rigidula* de Phillips, *Terebratula obsoleta*, *T. intermedia* et quelques Pholadomyes. J'y ai recueilli les gastéropodes suivants dans les calcaires à *Nerinea patella* :

Chemnitzia maxima. Coquille lisse, très grande ; tours convexes. — Fosse à l'eau.

— *trochiformis*. Coquille lisse ; tours presque droits ; suture linéaire. — Rumigny. Fosse à l'eau.

— *reticularis*. Quatre grosses stries transverses et une plus petite, croisées par de fines stries longitudinales ; tours convexes ; suture dans une concavité. — Rumigny.

— *inornata*. Coquille lisse, ventrue ; tours presque droits ; suture simple, bordée par une ligne transversale ; columelle droite ; bord libre arqué, sinueux près de la suture. Les adultes ont un rudiment d'ombilic qui ne pénètre pas dans la columelle au delà du premier tour. Rumigny, Bucilly, Fosse à l'eau, Vendresse, Éparcy. (Pl. XXXI, fig. 9 et 10.)

— *rumignyana*. Coquille lisse, phasianelliforme ; tours convexes ; léger sinus à la partie antérieure de la bouche ; bord libre arqué. — Rumigny.

Turritella Roysii, d'Arch. — Bucilly.

Nerinea scaliformis. Grande coquille lisse, ayant un pli au labre ; tours presque droits, pourvus d'une rampe à leur partie antérieure. — Rumigny.

— *rumignyensis*. Grande coquille à tours droits pourvus d'une rampe ; un pli au labre. — Rumigny.

— *pulchra*. Coquille pourvue d'une forte carène qui porte la suture, ornée de stries fines et d'un bourrelet granuleux au milieu des tours. — Rumigny.

— *dives*. Spire formant un angle convexe ; stries fines, granuleuses et régulières ; suture sur un bourrelet. — Rumigny.

— *Barrandeana*. — Coquille allongée ; tours concaves ; stries transversales et fines. — Rumigny.

- Nerinea patella*. — Coquille lisse, pourvue d'un ombilic énorme; spire formant un angle concave; tours pourvus d'une faible rampe qui manque sur certains spécimens; une dent sur le labre. — Rumigny, Éparcy, Fosse à l'eau, Poix, Vendresse. (Pl. XXXI, fig. 5, 6, 7 et 8)
- *umbilifera*. Coquille lisse; tours droits ou légèrement convexes; deux plis à la columelle, un au labre; large ombilic. — Rumigny.
 - *canalifera*. Coquille lisse, courte, pourvue d'un long canal; tours concaves; un pli au labre, un à la columelle. — Rumigny.
 - *multigranulosa*. Coquille turriculée, allongée, tours très concaves, ornés de nombreuses stries granuleuses. — Rumigny.
 - *multiplicata*. Coquille très convexe, lisse, pourvue d'un long pli au labre, et de deux au moins à la columelle. — Rumigny.
 - *Simonis*. Coquille allongée; tours concaves; trois plis à la columelle, deux au labre. — Rumigny.
 - *obscura*. Moule intérieur; un pli placé sur le labre au tiers de chaque tour à partir de la pointe de la spire. — Rumigny.
 - *columna*. Coquille très allongée, ayant un pli à la columelle; tours concaves près de la suture supérieure, convexes près de la suture inférieure, ornés de stries transversales et de côtes longitudinales qui s'effacent sur les derniers tours. — Rumigny.
- Acteon cylindricus*, Morr. et Lyc. — Rumigny.
- *excavatus*, Morr. et Lyc. — Rumigny.
 - *Deslongchampsii*, d'Orb (Desl. sp.). — Rumigny.
 - *crassispira*. Coquille lisse, allongée; dernier tour très long; ombilic recouvert par l'encroûtement de la columelle; bord libre arqué. — Rumigny.
 - *avellana*. Spire courte; le dernier tour très embrassant; bouche très allongée. — Rumigny.
 - *phasianoides*. Coquille allongée, turriculée, lisse; dernier tour ovale; bouche étroite. — Rumigny.
 - *Clio*, d'Orb. — Rumigny.
 - *Bayli*. Coquille allongée; ombilic étroit, tours pourvus d'une faible rampe. — Rumigny.
 - *gradatu*, voisine de la *Natica Bayli*, mais plus large et plus courte. — Rumigny.
 - *gradifera*. Grosse coquille pourvue d'une rampe légèrement creusée au milieu; ombilic encroûté.
 - *densa*. Énorme espèce allongée, pourvue d'un ombilic encroûté. Rumigny.
 - *Bulsoni* (nov. sp.). — Rumigny.
 - *Castillonis*. Petite coquille pourvue d'un faible méplat et terminée en pointe. — Rumigny.
- Ampullaria acutispira* (nov. sp.). — Rumigny.
- *rumignyaca*. Coquille lisse; tours convexes, le dernier est très large; columelle recouvrant en partie l'ombilic; bouche très longue, acuminée en avant. — Rumigny.

- Trochus asper*. Coquille allongée, ornée de granulations épineuses.
— Rumigny.
- *applanatus*. Coquille lisse; spire très courte; dernier tour très grand; ombilic petit. — Rumigny.
- *langruncensis*, d'Orb. — Rumigny.
- *heliciformis*. Coquille lisse, courte; tours convexes. — Rumigny.
- *sinuosus*. Coquille convexe, ornée de côtes sinueuses à peine visibles; dessous du dernier tour lisse.
- *Heberti*. Coquille lisse, ayant la spire arrondie et la bouche oblique. — Rumigny.
- *acutior*, voisin du *Trochus lævigatus* (Münster); il en diffère par sa spire plus pointue.
- *Pollux*, d'Orb. — Rumigny.
- Solarium reticulatum*. Coquille discoïde; large ombilic bordé de rides plutôt que de crénelations; fines stries transversales se croisant avec d'autres stries; tours bicarénés, ornés de plis épineux. — Rumigny.
- Straparulus spinifer*. Coquille discoïde, plane, ornée de fines stries transverses qui se croisent avec d'autres; tours bicarénés et épineux; ombilic large; bouche subquadrangulaire très oblique. — Rumigny.
- Turbo pulchellus*. Coquille discoïde, ornée de stries granuleuses; tours convexes, le dernier est bicaréné. — Rumigny.
- Phasianella arduennensis*. Coquille lisse; tours très convexes, le dernier est subanguleux; bouche large; bord columellaire légèrement arqué, formant un angle avec le bord libre. — Rumigny.
- *ellegantula*. Coquille lisse, ombiliquée; tours convexes, acuminés en avant. — Rumigny.
- *obesa*. Coquille turriculée; tours convexes, le dernier est subanguleux. — Rumigny.
- *acuminata*. Coquille allongée, lisse, terminée en pointe; bouche ovale. — Rumigny.
- *operculata*. Coquille lisse, allongée; spire concave; tours convexes; opercule lisse. — Rumigny.
- *rissoides*. Coquille couverte transversalement de stries si fines qu'on ne les voit pas sur la plupart des individus; stries d'accroissement nombreuses; tours très convexes, le dernier est subanguleux. — Rumigny.
- Pterocera tribrachiatis*. Tours convexes, lisses, le dernier est bicaréné; les deux carènes se prolongent en deux longues digitations; canal allongé presque droit. — Éparcy.
- *striata*. Tours carénés, finement striés en travers; le dernier est orné d'une épine sur le dos. — Rumigny.
- *lævigata*, Morr. et Lyc. On remarque sur cette coquille trois ailes successives. — Rumigny.
- *Bervillei*. Coquille transversalement striée; tours carénés, le dernier est bicaréné. — Rumigny.
- Cerithium venustum*. Tours étagés, presque droits, ornés de stries transverses granuleuses. — Rumigny.

Cerithium supra-ornatum. Coquille allongée; tours à peine convexes; sur les premiers, on remarque des stries longitudinales; les autres sont lisses. Ils ont seulement quelques stries transverses le long de la suture. — Rumigny.

— *undulans*. Coquille allongée; tours presque droits, ornés de stries longitudinales arquées. — Rumigny.

— *bicoronifer*. Coquille turriculée, ornée de deux rangées de granulations. — Éparcy.

Les calcaires à *Nerinea patella* ont une faune distincte que l'on ne peut rapporter à aucun des types décrits en Angleterre. Mais, comme on ne peut les séparer des calcaires à *Terebratula decorata* dont ils sont la suite, il faut, si on rapporte ceux-ci à la grande oolithe, les y rapporter également.

Ainsi, la grande oolithe se compose de cinq groupes distincts, l'oolithe miliare, les calcaires jaunes, les calcaires blancs inférieurs, les calcaires à *Terebratula decorata* et les calcaires à *Nerinea patella*. M. d'Archiac n'a pas pensé que l'on pût rapporter exactement ces assises à la grande oolithe. La raison qu'il en donne est que la faune est différente. Si M. d'Archiac avait trouvé toutes les espèces que j'ai eu le bonheur de rencontrer, il aurait probablement changé d'opinion, car j'ai réuni dans ma collection presque toutes les espèces d'Ancliff. La publication des fossiles de Minchinhampton est venue jeter un nouveau jour sur la question, et m'a permis de faire de nouveaux rapprochements. Presque tous les fossiles décrits dans la grande oolithe de l'Angleterre se retrouvent dans les sédiments des Ardennes et de l'Aisne. Ces sédiments sont donc bien de la grande oolithe. D'ailleurs, leur position au-dessus du fullers-earth ne peut laisser aucun doute sur leur classement. Peut-être eût-il été mieux d'en faire deux faunes: celle des calcaires à *Terebratula decorata* et à *Nerinea patella*, et celle des calcaires blancs et de l'oolithe miliare. Mais, puisque les Anglais en ont fait une seule, celle de la grande oolithe, nous devons faire comme eux quand nous cherchons l'équivalent de la grande oolithe en France.

Calcaires marneux. — Au-dessus des calcaires blancs, affleurent les calcaires marneux. Ce sont des bancs jaunes ou gris, compactes ou oolithiques, entremêlés de quelques lits de marnes. A l'époque où se sont formés ces dépôts, la faune des calcaires blancs a disparu; de nouveaux mollusques ont envahi les mers. A peine dans les sédiments qui se forment alors rencontre-t-on quelques fossiles de l'âge précédent. La création de la grande oolithe a fait place à une création nouvelle. Il serait difficile d'assigner aux calcaires marneux

leur équivalent dans les autres pays; cependant ils m'ont paru représenter d'une manière assez exacte les assises de Scarborough. J'y ai trouvé un grand nombre de fossiles appartenant au cornbrash, mêlés avec des fossiles du terrain callovien. Certaines espèces qui se trouvent à Laugrune s'y rencontrent également. Je pense qu'on ne doit pas rattacher ces calcaires à la grande oolithe proprement dite. Ils représentent plutôt le cornbrash. Mais je ne puis admettre avec M. Sauvage et Buvignier que ce groupe, qui n'a pas 20 mètres de puissance, représente à la fois le forest-marble, le cornbrash, le Bradford-clay et le Kelloway-rock. Il faut au moins retrancher de cette liste de terrains le Kelloway-rock qui est très bien caractérisé par sa faune dans les Ardennes, mais qui repose en stratification discordante sur les calcaires marneux, comme on peut le voir à Signy-l'Abbaye, à Barbaise, et dans un grand nombre d'autres localités. Il faut encore en retrancher le Bradford-clay, terrain fort mal défini, dans lequel on fait rentrer ordinairement toutes les couches de la grande oolithe qui passent à la marne.

M. Sauvage et Buvignier ont écrit que les calcaires marneux ne se séparent pas nettement de la grande oolithe, et qu'on ne peut tracer sur une carte leur limite inférieure. Il est vrai que M. Sauvage et Buvignier n'ont pas aperçu cette limite, car ils mêlent continuellement les calcaires blancs aux calcaires marneux et ils ont même été jusqu'à écrire que les calcaires marneux n'affleurent plus à l'ouest de Signy-l'Abbaye, tandis qu'au contraire c'est dans cette région qu'ils sont le plus fossilifères. Cette confusion provient de ce qu'ils n'ont pas distingué les horizons coquilliers si réguliers et si nettement tranchés qui caractérisent la fin des calcaires blancs et le commencement des calcaires marneux. Quoique je n'aie pu jusqu'à présent constater aucune discordance de stratification entre ces deux groupes, rien n'est plus facile que de tracer cette limite; et, lors même qu'on n'aurait pas les horizons coquilliers pour guide, la couleur seule de la roche suffirait pour l'indiquer.

Les calcaires marneux se divisent en calcaires marneux supérieurs et en calcaires marneux inférieurs.

Calcaires marneux inférieurs. — Les calcaires marneux inférieurs commencent par des banes jaunes, gris ou bleuâtres, très oolithiques, souvent fort durs et empâtant un nombre considérable de fossiles parmi lesquels les polypiers sont les plus abondants. Ceux-ci appartiennent à des espèces très variées. Ils sont quelquefois dans un très bel état de conservation; d'autres fois ils sont roulés et indéterminables. Les autres fossiles y sont généralement bien

conservés, mais difficiles à extraire. Leur test a été transformé en carbonate de chaux cristallisé. Une marne brune ou bleuâtre recouvre ces calcaires. Elle contient quelquefois un grand nombre de fines oolithes et passe à un calcaire friable. Elle est plus épaisse dans l'Aisne que dans les Ardeennes, mais sa puissance dépasse rarement un mètre. Quoiqu'elle n'occupe qu'une bien petite place dans la série des terrains oolithiques, elle n'en est pas moins une des assises les plus remarquables par sa constance et par la grande abondance des fossiles qu'elle renferme. La faune est la même que celle des calcaires sur lesquels elle repose. Elle forme avec eux un horizon qui est un guide certain pour le géologue. Parmi les nombreux fossiles qu'on y rencontre, les plus caractéristiques sont les suivants : *Terebratula coarctata*, *T. intermedia*, *T. obovata*, *T. obsoleta*, *Limopsis oolithica*, *Mytilus sublevis*, *Trigonia pultus*, *T. angulata*, *Pecten vagans*, *P. annulatus*, *Ostrea costata*, *Avicula echinata*, *A. braamburiensis*, *Arca pulchra*, *A. rudis*, *Clypeus patella*, *Holcotypus hemisphaericus*, *H. depressus*, *Nuculolites clunicularis*, *Acrosalenia spinosa*, *Anabacia levis*, *Genabacia stelfifera*, etc.

J'y ai trouvé les gastéropodes suivants :

- Chemnitzia acuta*. Coquille lisse, terminée en pointe ; dernier tour très grand. — Rumigny.
- *trochiformis*. Coquille lisse, trochoïde ; tours presque droits. — Rumigny, Fosse à l'eau.
- Nerinea nuda*. Grande coquille lisse, pourvue d'une rampe sur le côté antérieur des tours ; tours droits, un pli au labre, un à la columelle. — Rumigny.
- *laevigata*. Grande coquille lisse ; tours droits ou concaves, un pli au labre, un à la columelle. — Rumigny, Éparcy.
- *elegantula*. Coquille ornée de stries transversales granuleuses ; un pli sur le labre, un sur le plancher, un sur le plafond, un sur la columelle. — Rumigny.
- *pulchra* (nov. sp.). — Rumigny.
- *caremata*. Coquille pourvue d'une forte carène qui porte la suture ; stries granuleuses ; un pli sur le labre, un sur la columelle. — Rumigny.
- *axonensis*, d'Orb. (d'Arch. sp.). — Rumigny, Éparcy.
- *ameua*. Coquille couverte de stries fines et granuleuses ; tours concaves : deux plis à la columelle, un au labre, un sur le plancher de chaque tour. — Rumigny.
- *mirabilis*. Coquille turriculée, allongée, ornée de stries transversales ; suture démesurément canaliculée ; bouche ovale ; labre légèrement sinueux ; aucun pli à la columelle ni au labre. — Rumigny.
- *cerithiiformis*. Coquille lisse ; tours droits ; spire formant un

angle irrégulier ; le dernier tour est convexe et plus développé que les autres. — Rumigny.

Nerinea tumentisutara. Coquille transversalement striée ; tours concaves ; suture portée sur une proéminence. — Rumigny.

— *hospitii*. Coquille allongée ; tours concaves et lisses ; deux plis à la columelle, un au labre. — Rumigny.

— *ministriata*. Coquille turriculée ; tours concaves, ornés de stries transverses. — Rumigny.

— *Desplanchei*. Coquille turriculée ; tours concaves et striés ; suture portée sur une mince carène. — Rumigny.

— *tenuistriata*. Spire formant un angle concave ; tours presque droits, striés en travers. — Rumigny.

— *lineifera*. Coquille turriculée, allongée ; tours presque droits ; deux plis à la columelle, un au labre. — Rumigny.

— *decorata*. Coquille turriculée ; tours presque droits, pourvus d'une rampe, croissant rapidement et transversalement ; stries. — Rumigny.

— *incerta*. Moule intérieur ; un pli à la partie antérieure du labre, aux trois quarts de chaque tour. — Rumigny.

— *dubia*. Moule intérieur ; un pli sur le labre aux deux tiers de chaque tour, à partir de la pointe de la spire. — Rumigny.

— *parumstriata*. Coquille turriculée ; tours en gradins, ornés de stries transverses. — Rumigny.

— *perconcava*. Grande coquille lisse ; tours très concaves ; suture sur une carène ; un pli au labre, deux au moins à la columelle. — Rumigny.

Acteon minimus, d'Orb. (d'Arch. sp.), Rumigny, Éparcy.

— *punctatus* (nov. sp.). — Rumigny.

— *oliva*. Spire arrondie, acuminée ; suture linéaire ; dernier tour très enveloppant ; bouche allongée, pourvue d'un petit canal ; un pli à la columelle. — Rumigny.

— *Thorenteus* (Bav. sp.). — Rumigny.

— *levispira*. Coquille lisse ; tours droits, pourvus d'une faible rampe ; bouche allongée ; un pli à la columelle. — Rumigny.

— *macronatus*. Coquille cylindrique ; spire enfoncée, terminée en pointe. C'est l'*Acteon cuspidatus* et l'*A. glaber* d'un grand nombre d'auteurs. — Rumigny.

Acteonina turris. Coquille lisse ; tours pourvus d'une rampe, le dernier est très enveloppant ; bord libre droit. — Rumigny.

— *Deslongchampsii*, d'Orb. (Deslong. sp.). — Rumigny.

— *Desplanchei*. Grande coquille lisse, pourvue d'une rampe ; bouche allongée ; bord libre droit. — Rumigny.

— *auda*. Coquille voisine de l'*Acteonina Desplanchei*, mais beaucoup plus courte. — Rumigny.

— *quadrata*. Coquille cylindrique, lisse ; spire très courte ; bouche allongée ; bord libre droit. — Rumigny.

— *bulliformis*. Coquille lisse ; spire plane ; bouche allongée ; bord libre presque droit. — Rumigny.

- Acteonina lævis*. Coquille lisse; spire courte; labre droit; tours pourvus d'une rampe, le dernier est très large. — Rumigny.
- *conuloides*. Coquille enroulée à la manière d'un cône dont la spire serait plate. — Rumigny.
- Natica actæa*, d'Orb. — Rumigny.
- *concava*. Moule intérieur; suture canaliculée; les premiers tours sont concaves, le dernier est convexe. — Rumigny, Jandun.
- *scalata*. Voisine de la *Natica Sharpei*, elle est plus allongée et a une carène différente. — Rumigny.
- *canalifera*. Tours droits; suture profondément canaliculée; spire acuminée, formant un angle irrégulier. — Rumigny.
- *canaligera*. Spire régulière; suture canaliculée. — Rumigny.
- *Orbignyana*. Coquille allongée; suture légèrement canaliculée; ombilic étroit. — Rumigny.
- *Gaudryana*. Coquille terminée en pointe; tours convexes; suture légèrement canaliculée. — Rumigny.
- *pulchella*. Coquille allongée, terminée en pointe; suture légèrement canaliculée. — Rumigny.
- Neritopsis umbilicatus*. Coquille lisse; tours convexes; columelle droite; bord libre, arrondi; bouche grande; ombilic large. — Rumigny.
- Trochotoma globulus*, Deslong. — Rumigny.
- Trochus inornatus*. Coquille lisse; tours droits; le dernier est concave. — Rumigny.
- *Acmon*, d'Orb. — Rumigny.
- *pileoliformis*. Coquille pileoliforme; tours concaves ornés de stries transversales très fines. — Rumigny.
- *radiifer*. Coquille couverte de stries transversales; dessous du dernier tour lisse; bouche oblique. — Rumigny.
- *quadrangularis*. Coquille lisse; tours droits; suture linéaire; section des tours quadrangulaire. — Rumigny.
- *parvulus*. Stries longitudinales se croisant avec des stries obliques. — Rumigny.
- Strapovolus pulchellus*, d'Orb. — Rumigny.
- Delphinula spinifera*. Coquille ornée de deux côtes transversales épineuses; tours convexes; large ombilic; bouche large, ronde, largement échancrée sur le côté columellaire. — Rumigny.
- *angulosa*. Coquille lisse, ombiliquée; tours pourvus d'une forte carène. — Rumigny.
- Turbo subobtusus*, d'Orb. (Sow. sp.). — Rumigny.
- *arduennensis*. Six petites côtes épineuses sur le dessus du dernier tour; quatre sur le dessus; ombilic bordé d'une cordelette. — Rumigny.
- *Bowjoti*. Coquille ombiliquée; une cordelette entoure l'ombilic; on voit au-dessus de celle-ci trois petites stries épineuses qui sont surmontées par quatre stries épineuses plus grosses. — Rumigny.

- Turbo muricoides*. Tours carénés, ornés de cinq côtes transversales se croisant avec des côtes longitudinales, et formant des épines; quatre stries granuleuses sur le dessous du dernier tour, trois cordelettes autour de l'ombilic. — Rumigny.
- *Ozenaii*. Voisin du *Turbo Davoustii*, d'Orb., mais ayant les tours plus détachés; ceux-ci sont ornés de quatre stries granuleuses; outre ces quatre stries, le dernier en a six autres plus fines; ombilic bordé d'une cordelette; une dent à la columelle. — Rumigny.
- *minimus*. Stries transversales se croisant avec des stries obliques peu visibles; dernier tour bicaréné, strié partout. — Rumigny.
- *spinosus*. Tours ornés de deux côtes transversales granuleuses, au milieu desquelles se trouve une rangée d'épines. Le dernier tour a, en outre, quatre côtes ornées de granules tubifères, deux cordelettes épineuses autour de l'ombilic. — Rumigny.
- Stomatia auricularis*. Coquille ayant le dernier tour très enveloppant, pourvu d'une rampe, orné de six côtes granuleuses transversales et de trois stries très fines. — Rumigny.
- Pterocera camelus*. Coquille ayant les premiers tours convexes et lisses; l'avant-dernier est caréné et orné d'une côte près de la carène; le dernier est orné d'un grand nombre de côtes; il est gibbeux sur le côté columellaire; il porte une sorte d'épine vers son milieu; aile ayant quatre côtes; canal presque droit. — Rumigny.
- *bialata*. Tours carénés; aile non digitée; sur le côté columellaire est une aile provenant d'une ancienne bouche. — Rumigny.
- *pectinata*. Tours carénés, transversalement striés; la carène est granuleuse; dernier tour orné de deux carènes lisses; une épine sur le côté columellaire. — Rumigny.
- *circus*, Desl. — Rumigny.
- *inornata*. Coquille lisse; tours convexes; le dernier a deux carènes à peine visibles. — Rumigny.
- *brevis*. Moule intérieur; dernier tour caréné se prolongeant sous la forme d'une digitation. — Rumigny.
- *Bourjoti*. Coquille lisse; les premiers tours sont convexes; l'avant-dernier est caréné, le dernier est bicaréné; aile terminée par deux pointes. — Rumigny.
- *flamifera*. Tours convexes et lisses; le dernier est bicaréné; il a deux épines près de la columelle; aile terminée par deux pointes. — Rumigny.
- *tridigitata*. Tours carénés, lisses, rarement striés en travers; le dernier a deux carènes qui se prolongent sous la forme de deux digitations; canal long et recourbé (Pl. XXXI, fig. 3 et 4). — Rumigny.
- *Heberti*. Spire terminée en pointe; les premiers tours sont lisses; les autres sont carénés et striés transversalement; le dernier est bicaréné; il a une pointe sur le côté columellaire; aile formée par deux digitations; canal allongé. — Rumigny.

- Purpurina buccinoides*. Coquille allongée; tours lisses et convexes; canal large et court. — Rumigny.
- Fusus amicæus*. Tours convexes, ornés de côtes longitudinales et de stries transversales; canal assez long. — Rumigny.
- Cerithium conicum*, Morr. et Lyc. — Rumigny.
- *insculpatum*. Voisin du *Cerithium conicum*, il a une rangée de granulations le long de la suture. — Rumigny.
- *multivolutum*. Coquille allongée; tours droits, lisses, étagés. — Rumigny.
- *hospitii*. Tours treillisés par des stries ovales et transverses. — Rumigny.
- *semicostulatum*. Coquille striée en travers, ornée de côtes longitudinales bien accentuées vers le sommet de la spire. — Rumigny.
- *semiundans*. Côtes à peine visibles. — Rumigny.
- Patella normaniana*, d'Orb. — Rumigny.
- Dentalium soliticum*. Coquille lisse allongée, arquée. — Rumigny.
- Bulla litolum*, Morr. et Lyc. — Rumigny.
- *globata*. Grosse coquille lisse; spire tantôt cachée, tantôt découverte.

Calcaires marneux supérieurs. — Au-dessus de la marne ocreuse affleurent des calcaires gris, jaunâtres ou blanchâtres, renfermant un grand nombre d'oolithes fines et blanches, avec quelques fragments de fossiles encroûtés de calcaire. Leur aspect rappelle celui de l'oolithe miliaire. Rarement on y rencontre des fossiles. Leurs assises supérieures passent souvent à un calcaire brun très peu oolithique et fort dur. Vers le milieu des couches qui les composent on observe souvent un mince lit de marne, contenant un grand nombre de *Terebratula digona*.

Les fossiles que j'y ai recueillis appartiennent tous à la faune des calcaires marneux inférieurs. Ce sont des *Terebratula digona*, des *Avicula braamburienensis*, des *Ostrea costata*, des *Aerosalenia spinosa*, etc.

Les calcaires marneux supérieurs ont environ 15 mètres d'épaisseur dans les Ardennes, et 8 mètres dans l'Aisne. Ils portent la trace de puissantes érosions, et la surface de leurs derniers bancs a été percée par de nombreuses Pholades.

La Société décide qu'une séance supplémentaire aura lieu le premier lundi de juillet.

Séance du 2 juillet 1855.

PRÉSIDENTICE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Albert Gaudry, 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.

ARCBALD (Andrew-Berry), propriétaire, à Puerto-Rico (Grandes-Antilles), maintenant à Paris, rue Basse du Rempart, 66, présenté par MM. Charles d'Orbigny et Virlet d'Aoust;

DESLONGCHAMPS (Eugène Eudes), géologue, rue de la Geôle, à Caen (Calvados), présenté par MM. Michelin et Renevier;

LEVIEUX (Victor), propriétaire, à Cherbourg (Manche), présenté par MM. Bachelier et Hébert.

M. LOUSTAD (Gustave), ingénieur civil, agent administratif du matériel du chemin de fer du Nord, ancien membre, est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la guerre, les 13^e à 18^e livraisons de la *Carte de France au $\frac{1}{300000}$* .

De la part de M. Hébert :

1^o *Sur une nouvelle extension, dans le bassin de Paris, des marnes lacustres et des sables de Rilly* (extr. du *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. XI, p. 647, 1854), 15 p.

2^o *Noté sur le terrain jurassique du bord occidental du bassin parisien* (extr. du même *Bulletin*, 2^e sér., t. XII, p. 79, 1854), 7 p.

3^o *Noté sur le fémur du Gastornis parisiensis* (extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XL, séance du 4 juin 1855), 4 p.

De la part de M. le baron d'Hombres-Firmas, *Mémoire sur la fraïdronite*, in-8, 15 p., Alais, 1854, chez veuve Veirun.

De la part de M. Henri Lecoq, *Études sur la géographie botanique de l'Europe, et en particulier sur la végétation du plateau central de la France*, t. IV. in-8, Paris, 1855, chez J.-B. Bailliére.

De la part de M. Michelin, *Notice sur un genre nouveau à établir dans la famille des Spatangoïdes, sous le nom de Mera* (extr. de la *Revue et magasin de zoologie*, n° 5, 1855), in-8, 4 p.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1855, 1^{er} sem., t. XL, nos 25 et 26.

Annuaire de la Société météorologique de France; tome II, 1854. — 1^{re} part., *Bulletin des séances*; f. 20-24. — 2^e part., *Tableaux météorologiques*; f. 14-22.

Liste des membres de la Société météorologique de France au 1^{er} juin 1855.

L'Institut, 1855, nos 1120 et 1121.

Mémoires de la Société d'émulation du département du Doubs, 2^e série, VI^e vol., 1854, 2^e livraison.

Mémoires de la Société dunkerquoise pour l'encouragement des sciences, des lettres et des arts, 1853-1854.

Recueil des travaux de la Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles lettres de l'Eure, 3^e série, t. II, années 1852-1853.

Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles lettres du département d'Indre-et-Loire, t. XXXIII, n° 2, juillet à décembre 1853.

Séances publiques de la Société d'agriculture, commerce, sciences et arts du département de la Marne, année 1854.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, nos 128, 129 et 130.

Bulletin de la Société nandoise des sciences naturelles, t. IV, bulletin n° 34.

The Athenæum, 1855, nos 1443 et 1444.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel annuaire pour la minéralogie, la géognosie, etc.), par MM. de Leonhard et Bronn, 1855, 2^e cahier.

Zeitschrift, etc. (Journal de la Société géologique allemande), vol. VI, 4^e cahier, août, septembre et octobre 1854.

Württembergische, etc. (Bulletins annuels de la Société des sciences naturelles du Wurtemberg), XI^e année, 1855, 1^{er} cahier.

Revista minera; 1855, n^o 122.

Le Trésorier présente l'état de la caisse au 30 juin dernier :

Il y avait en caisse au 31 décembre 1854.	3,504 fr. 70 c.
La recette, du 1 ^{er} janvier au 30 juin 1855,	
a été de	13,004 »
Total.	16,508 70
La dépense, du 1 ^{er} janvier au 30 juin 1855,	
a été de	12,388 »
Il reste en caisse au 30 juin 1855.	<u>4,120 fr. 70 c.</u>

M. Cailliaud dépose sur le bureau deux échantillons de gneiss perforés par des Pholades.

Le secrétaire donne lecture de la lettre suivante, de M. le marquis Laurent N. Pareto, sur l'âge des terrains à macigno.

Gênes, le 27 juin 1855.

Après la note que j'ai envoyée, j'ai encore été visiter plusieurs des localités où l'on a trouvé les fossiles mélangés aux *Carcare*, dont je devais la connaissance à M. Sismonda. Il paraît que ceux que j'ai indiqués ne sont qu'une faible partie de ceux qu'on retrouve du côté de Carcare, Cossaria, Cairo. Un professeur du collège de Carcare en a récolté un grand nombre, et j'ai vu dans cet amas de fossiles des choses bien intéressantes, mais il faudra encore beaucoup de temps pour les déterminer. Ce dont j'ai pu m'assurer, c'est qu'au-dessous des roches à *Operculines*, et très probablement aussi de celles à *Nummulites*, il règne dans ces localités un banc considérable de marnes plus ou moins sablueuses, avec traces assez abondantes de lignite, qui contient de nombreux *Cerithium margaritacense*, Brocc., des *Cyrena Brongnartii*, Bast., et un assez grand nombre de *Mytilus* dont je ne pourrais dans ce moment indiquer l'espèce. Ce banc, qui a un certain caractère pour ainsi dire lacustre, est séparé inférieurement des roches anciennes ou

métamorphiques par un banc de poudingue à gros éléments, et il est recouvert par d'autres poudingues et par des alternances de mollasse et poudingue, où l'on a retrouvé la nombreuse suite de fossiles mentionnés dans la notice que j'ai précédemment envoyée. C'est particulièrement dans les premiers bancs au-dessus de l'assise (que je dirai lacustre) que se trouvent bon nombre d'*Operculines*. Ce banc à *Cyrena Brongniartii* et à *Cerithium* se trouve aussi, comme je l'ai fait pressentir, du côté de Sassello, mais là il est recouvert par des mollasses avec véritables Nummulites. La cherté du charbon de terre fait qu'on s'occupe beaucoup ici à présent de la recherche des lignites, dont nous avons des traces nombreuses; mais jusqu'à présent, à l'exception de Cadibona et de Noceta, les exploitations en activité ne produisent que très peu de chose. Cadibona est en assez bonne voie; j'ai été la visiter tout dernièrement, pour voir si je trouverais aussi des coquilles avec le lignite, mais je n'ai pas réussi à en trouver: on ne voit que quelques impressions de plantes dans les marnes arénacées et les mollasses qui accompagnent ce lignite, et la superposition des couches nummulitiques sur les couches du lignite à *Anthracotherium* et aux mollasses qui l'accompagnent, quoique probable, ne peut pas être directement prouvée jusqu'à présent. J'espère cependant que je réussirai à trouver le point de contact, car l'on vient de suivre un banc de lignite non loin de Cadibona, dans un endroit où il y a aussi des coquilles marines, et je me réserve d'aller visiter cette localité.

Il paraît que peu à peu la géologie de la péninsule italienne va se débrouiller.

En Toscane on a réussi à reconnaître qu'une partie au moins du *verrucano* appartient aux terrains *paléozoïques*; je crois qu'on réussira aussi à démontrer que les assises supérieures de cette masse de roches arénacées et schisteuses, qu'on a réunies sous cette vague dénomination de *verrucano*, pourront être rapportées au terrain *piémontais* et au *trias*, et je me fonde sur les analogies qu'il y a entre les couches de ce terrain et celles du *trias* du Var, qui devait former les bords d'un même bassin, opposés à ceux où se déposaient les conglomérats rougeâtres, les grès et les calcaires alternants des Alpes maritimes, situés inférieurement aux calcaires décidément liasiques qui font suite à ceux des Basses-Alpes. Quant aux différents *macignos*, *pietra forte*, etc., qui sont si fréquents en Toscane, d'heureuses découvertes faites dans le Casertino, par M. Strozzi, de Florence, qui a réussi à retrouver dans cette variété de macigno, qu'on appelle la *pietra forte*, une

grande quantité de fossiles crétacés, comme *Hamites*, *Crioceras*, etc., permettent d'établir que si la partie supérieure du macigno, celle au-dessus du terrain à Nummulites, est éocène, il y a inférieurement d'autres macignos qui sont crétacés; mais comme minéralogiquement parlant il y a peu de différence entre les uns et les autres de ces macignos, et que les Nummulites manquent assez souvent, on avait réuni la partie inférieure à la partie supérieure en en faisant un seul tout. Voilà maintenant expliquée la trouvaille faite jadis, dans les macignos, du *Hamites Michelinii*, et d'une Ammonite retrouvée par moi dans les environs de Gènes; voilà pourquoi on avait longtemps cru que le macigno était secondaire: il est donc maintenant à espérer qu'en faisant des recherches ultérieures dans les différentes parties de l'Italie, où se voient les macignos, on réussira à établir quelle partie appartient au terrain secondaire et quelle est celle qu'on doit rapporter au terrain éocène.

M. Nérée Boubée fait la communication suivante :

Comment on pourrait rendre facile et rigoureuse la détermination des roches de sédiment, par M. Nérée Boubée.

Les roches sédimentaires sont pour la plupart composées de détritits de roches et de minéraux. Ces détritits sont des fragments, tantôt plus ou moins gros, tantôt plus ou moins fins, et quelquefois si fins, qu'on ne saurait les distinguer à l'œil nu, ni même en s'aidant d'une forte loupe. De là, une division toute naturelle parmi ces roches: celles qui sont formées d'éléments discernables à l'œil nu, et celles formées d'éléments trop ténus pour que l'œil puisse les distinguer.

Dans la première division sont les *arkoses*, les *grauwackes*, les *brèches*, les *poudingues*, les *grès*, les *psammites*, les *macignos*, etc. Or, rien n'est plus difficile dans l'état actuel de la science que de donner à chacune de ces roches, sans incertitude et sans hésitation, le nom générique qui lui convient, parce que les géologues ne s'entendent pas complètement sur le sens et sur les caractères qui conviennent à chacun de ces genres, surtout aux *arkoses*, aux *grauwackes*, aux *psammites*, qui ont été décrits d'une manière très différente et très obscure par la plupart des auteurs.

Nous ne voulons pas entreprendre de discuter ici les descriptions vicieuses des auteurs et de démontrer les lacunes et même les incohérences ou contradictions qu'elles paraissent présenter quel-

quelquefois. Un tel travail n'offrirait que fort peu d'intérêt et d'utilité. Nous nous bornerons à indiquer les caractères qui nous paraissent devoir convenir à ces roches, et nous nous efforcerons de tracer ces caractères d'une manière si claire et si précise, qu'il ne puisse plus y avoir doute sur le nom que devront prendre toutes ces roches à éléments distincts, roches nombreuses et que l'on rencontre sans cesse.

Lorsque la roche est composée de débris plus ou moins volumineux, gros au moins comme des pois, si ces débris sont roulés et arrondis, la roche est un *poudingue*. S'ils sont encore anguleux, ce qui démontre qu'ils n'ont pas été roulés et transportés au loin, la roche est une *brèche*. Quand les fragments sont peu volumineux, moins gros que des pois, ou s'ils sont comme du sable, même très fin, la roche est un *grès*.

On voit qu'à la rigueur ces trois distinctions de *brèches*, *poudingue* et *grès* pourraient suffire pour comprendre toutes les roches sédimentaires à éléments discernables; et, en effet, primitivement, on n'en avait aucune autre. Mais la multiplicité et la variété de ces roches sont telles qu'un si petit nombre de subdivisions reste absolument insuffisant, et ne permet nullement de les classer d'une manière rigoureuse.

De là, la nécessité de dédoubler ces genres par trop étendus et de former à leurs dépens quelques genres nouveaux. C'est dans la caractéristique de ces genres nouveaux que les auteurs ont manqué jusqu'ici de précision et d'accord, en sorte que ce dédoublement a produit dans la science une véritable confusion.

Voici comment il nous paraît rationnel et très simple d'opérer ce dédoublement; nous ne créons aucun nom nouveau, aucune espèce nouvelle; nous nous bornons à caractériser plus rigoureusement le sens, le type et les limites de chacune d'elles.

Toute roche sédimentaire à éléments discernables, qui est formée principalement de débris reconnaissables *de roches de cristallisation* dites *roches primitives*, offrant spécialement celui de ces éléments qui est le plus caractéristique, le feldspath lamellaire, est une *arkose*, quelles que soient d'ailleurs la grosseur et la ténuité de ces débris et quel que soit aussi le ciment. Un bon nombre de brèches, de poudingues et de grès deviennent ainsi des *arkoses*.

Toute roche à débris discernables, gros ou petits, agglutinés *par un ciment schisteux ou argileux*, est une *grauwacke*, quel que soit le volume des débris, pourvu toutefois qu'il ne s'agisse pas d'une arkose, c'est-à-dire pourvu que la roche ne soit pas composée d'éléments primitifs, car ce serait une arkose schisteuse. Un bon

nombre de brèches, de poudingues et de grès deviennent ainsi des *grauwaches*.

Nous ne retrancherons plus rien des brèches et des poudingues; mais les grès sont si nombreux et si variables qu'ils ont dû subir encore quelques coupures.

Tout grès dont le ciment est calcaire est un *micigno*, toujours à la condition que ce grès ne soit pas une *arkose*, car le caractère de l'*arkose* l'emporte sur tous les autres.

Enfin, tout grès *schistoïde et micacé* est un *psammite*, pourvu que ce ne soit pas une *grauwache*, c'est-à-dire pourvu que la structure schistoïde ne soit pas due à la présence d'une matière schisteuse ou argileuse, enveloppant les grains sablonneux de la roche et leur servant de ciment.

On le voit, par l'adoption de ces principes dont l'application est si facile, la distinction des roches sédimentaires à éléments discernables n'offrirait plus aucune difficulté, puisqu'il n'y aura plus à considérer que la nature ou le volume des débris dont elles sont formées et la nature du ciment qui unit ces débris. Il était naturel d'attribuer une importance sérieuse à la nature du ciment, car la manière dont toutes ces roches, déposées à l'état meuble, ont ensuite été consolidées par l'interposition, tantôt très lente, mais rarement rapide, d'un ciment apporté par les eaux pluviales ou fluviales, marines, fontinales ou thermales, est une des circonstances essentielles de leur mode de formation.

Il nous reste à donner de chacun de ces genres ainsi limités une définition plus complète.

Arkose. — L'*arkose*, avons-nous dit, est une roche composée de débris des roches primitives, et offrant surtout des grains de feldspath reconnaissables. Que les fragments soient plus ou moins gros, anguleux ou arrondis, ou bien en petits grains comme dans les grès, pourvu que l'on reconnaisse une proportion notable de grains feldspathiques, cristallins ou même altérés, disséminés dans la masse, la roche doit être classée parmi les arkoses. En principe, les arkoses sont des *granites remaniés*, mais il faut y rattacher aussi par extension les roches formées de toute espèce de roches cristallines dont le feldspath est l'élément fondamental, et alors même qu'il y aurait simultanément des débris de roches sédimentaires.

Les arkoses sont assez fréquentes, non-seulement dans les terrains de transition, mais dans tous les autres terrains sédimentaires. Toutefois, elles devraient y être et elles y seraient infiniment plus abondantes sans une circonstance qui n'a peut-être pas été signalée

par les auteurs, et dont il est cependant très essentiel de se rendre compte, surtout au point de vue des applications agricoles.

Partout où les terrains primitifs se trouvent à la surface du sol, les débris et les sables que leur arrachent les agents atmosphériques et les cours d'eau sont nécessairement des arkoses, qui, d'abord à l'état meuble, seront cimentées à la longue par un ciment argileux ou ferrugineux, ou par un ciment calcaire ou siliceux, apportés par les eaux communes ou minérales qui s'infiltrent incessamment presque partout.

On comprend combien doit être abondante sur tout le globe la production des arkoses. De nos jours, il s'en forme sur toutes les pentes des terrains primitifs, et il s'en est formé de même à toutes les époques, et surtout aux époques anciennes, alors qu'il n'y avait à la surface du globe que des roches de cristallisation.

Et, toutefois, les arkoses sont relativement peu communes, et dans tous les cas, infiniment moins abondantes qu'elles ne devraient l'être.

Pourquoi cela? Le voici :

Pendant les longues années qui s'écoulent avant que ces sables et débris soient cimentés et consolidés, ils sont mille fois lavés et traversés par les eaux pluviales, etc. Les matières les plus altérables, les plus décomposables, qui se trouvent au milieu de ces débris, sont donc livrées à des actions destructives qui, en effet, dissolvent peu à peu le feldspath, l'amphibole et tous les éléments facilement destructibles, ne laissant plus qu'un sable quartzéux, qu'un grès plus ou moins pur, là où s'étaient déposés les éléments d'une roche beaucoup plus complexe.

C'est ainsi qu'un bon nombre des brèches et des poudingues quartzéux actuels furent originellement des arkoses, qui, pendant et même après leur consolidation, ont perdu leurs éléments feldspathiques, amphiboleux, pyroxéniques, etc., entraînés, emportés par les infiltrations.

Les arkoses se rencontrent particulièrement au voisinage des terrains primitifs. Toutes les fois qu'on découvre un gisement d'arkose, on peut rationnellement conclure qu'il existe dans le voisinage, ou à une faible profondeur, quelque massif de roches cristallisées.

Grauwacke. — Jusqu'à présent, la *grauwacke* était de toutes les roches sédimentaires la plus mal définie, et celle sur laquelle les géologues étaient le moins d'accord. Puisse la définition que nous en avons donnée tout à l'heure être généralement acceptée, car elle

coupe court à toute obscurité, à toute ambiguïté, en rangeant dans les grauwackes toutes les roches à grains discernables, gros, fins ou très fins, agglutinés par un ciment schisteux ou argileux (à l'exclusion des arkoses), et quel que soit le terrain géologique, ancien ou récent, et la formation marine ou terrestre dans lesquels ces roches viennent à se rencontrer.

Si nous considérons aussi comme grauwackes les roches à éléments distincts dont le ciment est *argileux*, c'est que le schiste des terrains anciens n'est autre chose que de l'argile endurcie, en sorte que le ciment des grauwackes anciennes a dû être déposé comme le ciment des grauwackes plus modernes à l'état argiloïde ou limoneux par les eaux pluviales, fontinales ou fluviales, qui, entraînant des limons les déposaient lentement, grain à grain, entre les sables ou les cailloux, et les cimentaient ainsi peu à peu en s'infiltrant et se clarifiant à travers ces débris.

Un phénomène aussi simple, aussi naturel, a dû se produire fréquemment à toutes les époques, et par conséquent, il doit y avoir et il y a, en effet, des grauwackes dans tous les terrains.

Toutefois, cette roche abonde surtout et prédomine dans les terrains de transition, où elle est caractéristique et où elle donne son nom au terrain lui-même. C'est qu'à la faveur des conditions météorologiques de cette époque, il y eut alors une abondante destruction de roches primitives et de matière feldspathique dont les débris forment ces terrains si puissants, maintenant partagés en *silurien*, *dévonien* et *carbonifère*, et que la matière argileuse, résultant de la décomposition du feldspath, de l'amphibole, etc., dut être naturellement déposée par voie d'infiltration, souvent même par voie de sédiment direct et simultané, au milieu de ces débris de toute sorte, qui ont produit dans ces terrains anciens un si grand nombre de roches variées. Cette matière argileuse, séchée et durcie progressivement, se montre maintenant à l'état de schiste, et revêt ainsi un caractère qu'elle n'avait pas, qu'elle ne pouvait pas avoir à son origine.

Une autre raison de l'abondance des grauwackes dans les terrains de transition, c'est que parmi les grès, les brèches et les poudingues formés à cette époque, il y en a un grand nombre qui, à une époque ou à une autre, ou même pendant l'époque actuelle, ont eu à subir l'infiltration d'eaux chargées de matières limoneuses, eaux qui ont déposé dans les interstices de ces roches un ciment argiloïde extrêmement tardif, il est vrai, mais qui n'en a pas moins suffi pour les transformer en grauwackes.

Ici, c'est justement l'inverse du résultat des mêmes infiltrations

qui s'exerçant sur des arkoses et leur enlevant leur feldspath, comme nous l'avons fait remarquer, les ont transformées en simples grès ou quelquefois en grauwaacke.

La grauwaacke occupe souvent de grandes étendues de terrains; elle abonde surtout à la partie inférieure et à la partie moyenne des terrains de transition. Autrefois, on rapportait surtout à l'étage inférieur la plus grande partie des massifs de grauwaacke; c'est l'étude attentive des fossiles qui a fait reconnaître que beaucoup de ces grauwaackes appartiennent certainement à la partie moyenne. Au reste, il y a aussi des grauwaackes dans la partie supérieure dite carbonifère; et il y en a aussi, comme nous l'avons déjà dit, dans tous les autres terrains, même les plus récents.

La grauwaacke contient très souvent des fossiles, et souvent elle passe, soit au schiste, soit au grès, soit au poudingue, lorsqu'elle contient trop ou trop peu de matière schisteuse, et qu'alors elle laisse dominer nettement le caractère propre à l'une de ces roches.

Brèche. — Poudingue. — Nous avons déjà caractérisé la *brèche* et le *poudingue*; la *brèche*, conglomérat formé de fragments anguleux plus ou moins gros, agglutinés par un ciment quelconque; le *poudingue*, conglomérat formé de galets, de cailloux roulés, en un mot, de fragments tantôt complètement arrondis, tantôt simplement usés et émoussés sur les bords, et agglutinés par un ciment quelconque.

On voit déjà qu'il y a deux espèces de poudingues: le poudingue proprement dit et le poudingue *bréchoïde*, qui, par le fait, ressemble plus à la brèche qu'au poudingue, et dont il sera nécessaire de former un genre distinct, car il arrive souvent que dans la description des contrées qu'ils ont explorées, les géologues indiquent ces poudingues bréchoïdes sous le nom de brèches, d'où résulte un grave inconvénient au point de vue de la pratique et des applications.

Et, en effet, toute véritable brèche est formée de roches ou minéraux brisés sur les lieux mêmes ou à une très petite distance, en sorte que les débris dont la brèche se compose n'ont subi aucun roulement, aucun transport considérable, et qu'ainsi ils doivent avoir leur gisement originaire dans un voisinage très rapproché; indication précieuse, lorsque parmi les débris dont la brèche est formée, on reconnaît des matières utiles à l'amendement des terres, ou des minéraux susceptibles d'être utilement exploités.

Il devra suffire de quelques études ou recherches bien dirigées pour parvenir à la roche massive qui offrira peut-être un gisement inépuisable.

Il en est tout autrement d'un poudingue, qui implique nécessairement le fait d'un charroi des fragments emportés et roulés par les eaux à des distances d'autant plus considérables que ces fragments se montrent plus complètement arrondis.

Que l'on observe dans un poudingue quelque substance utilisable, on voit qu'il n'en faudra pas rechercher le gisement aux alentours du poudingue, mais qu'il s'agira de reconnaître d'abord la direction qu'ont dû suivre les cailloux et galets charriés par les eaux à l'époque de la formation du poudingue, pour remonter ainsi jusqu'à leur gisement originaire, si toutefois la matière utile observée est assez précieuse pour mériter de semblables recherches, lointaines et incertaines.

S'il s'agit d'un poudingue *bréchoïde*, il sera plus facile de remonter à la source des débris dont il se compose, mais encore faudra-t-il les rechercher à d'assez grandes distances, et l'on serait grandement induit en erreur, si, considérant à tort cette roche comme une brèche, on se prenait à chercher dans ses alentours les gisements des roches dont elle offre des fragments empâtés.

On voit que, soit au point de vue géologique, soit en vue des applications de la science, il importe essentiellement de bien distinguer les brèches, les poudingues proprement dits et les poudingues bréchoïdes.

On connaît un grand nombre de brèches calcaires, tandis que les poudingues sont rarement calcaires, parce qu'en roulant au milieu des eaux, les fragments de roche calcaire se laissent dissoudre, écraser et détruire. La plupart des poudingues sont, au contraire, siliceux, parce qu'il n'y a guère que les roches quartzenses qui puissent supporter de longs transports et résister ensuite à l'action dissolvante des eaux chaudes ou froides, chargées de cimenter lentement ces débris.

Mais, bien que la plupart des brèches soient calcaires, et que la plupart des poudingues soient quartzeux, on trouve néanmoins, mais par exception, des poudingues calcaires et surtout des brèches quartzenses, et en outre, des brèches et des poudingues offrant toutes espèces de mélanges et d'associations. Ces roches sont appelées *polygéniques* lorsqu'elles sont composées d'un grand nombre d'éléments de nature diverse. C'est ainsi que l'on rencontre quelquefois dans ces conglomérats des fragments de minerais, des pierres précieuses, ou des matières utiles pour diverses industries, dont il importe alors d'apprécier exactement le gisement originaire par l'état et par la position de la brèche ou du poudingue.

On rencontre des brèches et des poudingues dans tous les terrains stratifiés.

Grès. — Les grès sont extrêmement abondants dans la plupart des terrains sédimentaires.

En principe, les grès sont des sables quelconques agglutinés par un ciment quelconque. Mais, précisément à cause de la multiplicité des roches auxquelles pourrait s'appliquer une définition aussi générale, il a fallu en distraire, comme nous l'avons déjà dit, les *arkoses*, les *grauwackes*, les *mollasses*, les *psammites* et les *micignas*. En sorte qu'il ne reste guère parmi les grès proprement dits, que des conglomérats granulaires formés de sables quartzeux purs ou à peu près purs, ou associés quelquefois à divers autres éléments.

Ainsi restreints et limités, les grès sont encore extrêmement nombreux ; et il est vrai de dire que dans les terrains de sédiment il n'y a que les calcaires qui soient plus abondants et plus variés que les grès.

Les grès sont tantôt à grains fins, tantôt à gros grains, tantôt à grains mélangés, et ces grains sont quelquefois arrondis, quelquefois anguleux, souvent d'un volume uniforme, plus souvent encore d'un volume inégal. Enfin, ces grains sont tantôt tous de la même nature et de la même couleur, et tantôt ils se montrent de nature et de couleurs très diverses ; ce sont alors les grès polygéniques, les grès panachés, les grès ferrugineux, les grès diversement colorés. Il y a des grès blancs, gris, noirs, bruns, rouges, roses, jaunâtres, verdâtres, bigarrés, mouchetés, etc.

S'il y a beaucoup de grès franchement caractérisés, il y en a beaucoup qui passent à diverses roches. Les grès à grains quartzeux fins et à ciment siliceux passent au *quartzite* ; les grès micacés passent au *psammite* ; les grès à ciment calcaire passent au *micigno* ; les grès coquilliers passent à la *mollasse* ; les grès schistoïdes passent à la *grauwacke* ; les grès feldspathifères passent à l'*arkose*, etc. C'est surtout par l'étude de ces passages qu'on parvient à bien saisir le caractère propre de chaque roche. Mais il est impossible de préciser et de bien décrire ces passages. On ne peut les apprécier que sur des échantillons bien choisis.

Parmi les grès, les uns sont très durs, d'autres le sont très peu, d'autres sont même friables, on les écrase entre les doigts. Enfin, d'autres sont encore à l'état de sable, ils n'ont pas été cimentés. Aux yeux du géologue tout sable est un grès ; tout sable est, du moins, la matière d'un grès ; il n'y manque que le ciment. Or, les

grès ont tous été déposés à l'état de sable: le ciment n'est venu qu'après et quelquefois fort longtemps après. Un grès représente donc deux époques, deux dépôts distincts: le dépôt du sable qui donne la véritable date géologique du grès, et le dépôt du ciment dont il est presque toujours impossible de fixer l'époque, car le dépôt de ce ciment a ordinairement duré un temps considérable.

Ce sont tantôt les eaux communes chargées de carbonate de chaux ou de matières limoneuses, ou de matières salines diverses, tantôt les eaux minérales chaudes ou froides chargées de silice, de fer ou de diverses matières minérales, qui, passant ou s'infiltrant à travers ces sables, y déposent, molécule par molécule, et pendant des années, les substances minérales dont elles sont chargées, et qui finissent par agglutiner et cimenter ensemble les grains de sable ou les débris et les galets qui forment les roches et les poudingues, et qui ensuite remplissent peu à peu et à force de temps les interstices qui restent encore entre ces grains et ces fragments plus ou moins gros. C'est ainsi que l'on voit beaucoup de grès, de brèches et de poudingues plus ou moins anciens, qui ne sont pas encore complètement terminés ou consolidés, et dans lesquels les eaux actuelles continuent de déposer journellement de nouvelles molécules, qui, d'année en année, augmentent leur consolidation, mais avec une extrême lenteur.

C'est ainsi que l'agglutination de ces roches se continue pendant des siècles.

Les grès sont très souvent utilisés. Selon qu'ils sont plus ou moins durs, on les emploie pour les constructions, pour le dallage, pour le pavage, pour le ferme ment des routes. La plupart des pierres et meules à aiguiser et à polir sont aussi des grès plus ou moins fins. Les grès se taillent facilement; ils ont comme le granit la *cassure droite*, c'est-à-dire qu'ils se fendent régulièrement et par larges plaques sous le choc du marteau, ce qui permet au maçon et au tailleur de pierre de frapper à coup sûr et d'accélérer beaucoup son travail. Les calcaires, au contraire, les roches siliceuses et toutes les roches qui ont une cassure conchoïde ou irrégulière, exigent la plus grande attention, déjouent souvent les soins les plus assidus, et obligent l'ouvrier à n'employer que de très petits coups qui allongent beaucoup la main d'œuvre.

Les grès intéressent peu l'agriculture: ils sont même en général beaucoup plus nuisibles qu'utiles, et ils ne donnent guère naissance qu'à des terres infertiles. Tout ce qu'on pourrait dire à leur avantage, c'est qu'ils constituent d'habitude un sous-sol perméable qui dispense du drainage, mais il faudrait se garder de les ramener à la

surface par des labours profonds, à moins qu'il ne s'agisse d'un grès feldspathique ou d'un grès polygénique, qui peuvent offrir souvent un bon amendement.

Telles sont les *roches de sédiment à éléments discernables*. Je crois avoir démontré qu'on peut les réduire toutes à sept genres ou grandes espèces : les *arkoses*, les *grauwackes*, les *brèches*, les *pondingues*, les *grès*, les *psammites* et les *macignos*. Toutefois, j'aurais pu porter ce nombre à neuf en y ajoutant les *mollasses* et les *faluns*.

Maintenant, il me reste à caractériser aussi les *roches de sédiment à éléments indiscernables*, roches dont l'origine sédimentaire est moins apparente et sur lesquelles on commet encore plus facilement des confusions nombreuses et regrettables. Or, rien ne serait plus facile que de fixer nettement les limites dans lesquelles chacune de ces espèces pourrait rester circonscrite. Mais les descriptions qu'en ont données jusqu'ici la plupart des auteurs et des traités de géologie, sont si brèves, si incomplètes et souvent si vagues, qu'on ne saurait être surpris que les roches soient en général si mal connues et si diversement considérées par les géologues. Quant à moi qui ai toujours recherché et étudié les roches avec prédilection, je me suis attaché dans mon *Traité de géologie agricole* à donner à la description des roches des développements beaucoup plus étendus, et à les compléter par l'indication et la nomenclature des nombreuses variétés de chaque espèce distribuées dans les divers terrains.

Mais ici, dans une simple note relative aux roches de sédiment à éléments discernables et indiscernables, j'ai dû m'en tenir aux quelques aperçus qui peuvent suffire pour établir et caractériser nettement chacune des espèces de ce groupe, et l'indication de leurs propriétés les plus générales ou les plus importantes.

Argiles. — Au point de vue géologique, les argiles sont des sédiments composés de débris de roches et de minéraux très divers, réduits en poudres impalpables, et dès lors, indiscernables même à l'aide d'une loupe.

Au point de vue minéralogique, l'argile (glaise ou terre à poterie) est une matière terreuse compacte, grasse, non effervescente quand elle est pure, dégageant, lorsqu'on la souffle, une odeur spéciale connue sous le nom d'odeur argileuse, faisant pâte avec l'eau, se modelant ensuite plus ou moins bien, selon qu'elle est plus ou moins fine et homogène, et conservant en cuisant au feu les formes que lui a données le potier.

Les argiles varient beaucoup quant à leur aspect, à leur composition chimique, à leurs propriétés et à leurs usages. Et en effet,

les argiles sont plus ou moins fines, plus ou moins grossières, plus ou moins onctueuses, plus ou moins colorées, plus ou moins propres à la poterie, plus ou moins durcies, plus ou moins schisteuses, etc. Elles offrent des passages insensibles au grès, à la grauwacke, à la marne, au lignite, etc.

Les argiles, qu'on pourrait appeler pures ou parfaites, sont blanches et infusibles. Ce sont les argiles réfractaires très recherchées dans la grande industrie pour la construction des hauts-fourneaux, des fours à porcelaine, etc., et pour la fabrication des creusets à fondre le verre, l'acier, les minerais de zinc, etc. Mais toutes les argiles blanches ne sont pas réfractaires, à beaucoup près, car il suffit qu'elles contiennent quelques centièmes de matière calcaire ou de matière alcaline ou d'oxyde de fer pour qu'elles soient fusibles, et dès lors impropres à tous ces usages.

Les argiles calcaires et les argiles ferrifères sont employées pour les poteries fines ou communes, ou seulement pour la fabrication des briques, ou comme terre à foulon. On les emploie aussi à la fabrication des pouzzolanes artificielles.

Marne. — La marne est une argile mêlée de calcaire.

Le calcaire et l'argile s'associent ou plutôt se mélangent comme le vin et l'eau dans toute espèce de proportions. Une argile qui ne contient que 2, 4, ou 6 pour 100 de calcaire, est encore une *argile calcaire*; mais dès qu'elle contient 7 à 8 pour 100 de calcaire, la roche prend le nom de marne. Toutefois, ce n'est encore qu'une *marne argileuse*. Il y a des marnes plus ou moins argileuses qui ne contiennent que 10, 12, ou 15 pour 100 de calcaire. Lorsqu'il y a 20 pour 100 de calcaire, on a une *marne commune*. La marne commune est plus ou moins riche et passe à la *marne calcaire* qui contient au moins 40 pour 100 de calcaire. Celle-ci devient plus ou moins riche, jusqu'à ce qu'elle contienne 80 pour 100 de chaux. Alors, elle devient, selon son degré de consistance, une *craye* ou un *calcaire argileux*, qui passe de même, par degrés, au *calcaire pur*.

Les marnes varient donc beaucoup de couleur et d'aspect. On les reconnaît toujours à ce qu'elles font effervescence dans les acides, à ce qu'elles bappent plus ou moins à la langue, et à ce qu'elles se délitent lorsqu'elles demeurent exposées à l'air et à la pluie.

Dusodyle. — Le dusodyle est une argile bitumineuse qui, au milieu des lignites des terrains tertiaires, représente les schistes bitumineux des dépôts houillers de l'époque triasique.

Les dusodyles sont plus ou moins riches en bitume : ils passent à l'argile bitumineuse et aussi à la marne bitumineuse. On peut les

exploiter comme les schistes permieux pour la fabrication de l'huile de schiste.

Le dusodyle brûle avec flamme ; il dégage en brûlant une odeur détestable qui lui avait valu le nom bien mérité de *stercus diaboli*.

Schiste. — Les schistes sont des argiles endurcies ; or, de même qu'il y a beaucoup d'espèces d'argiles, de même, à plus forte raison, y a-t-il un grand nombre d'espèces et de variétés de schistes.

On comprend, en effet, qu'en durcissant, chaque espèce d'argile ait pu produire un schiste différent, et selon que la même argile aura été plus ou moins complètement endurcie, et selon qu'elle aura été pénétrée, par une infiltration contemporaine ou subséquente, d'une proportion plus ou moins grande de silice, d'alumine, de calcaire, de fer, de bitume, etc., elle aura donné naissance à autant d'espèces ou de variétés évidemment distinctes. en sorte que, s'il y a eu dans les terrains anciens quinze ou vingt variétés d'argile, on pourra et on devra y découvrir cinquante ou soixante espèces ou variétés de schiste. Or, il en est précisément ainsi.

En fait, le schiste est une roche sédimentaire formée de grains très fins, indistincts à l'œil nu, mais le plus souvent discernables au moins en partie, à l'aide d'une forte loupe. La plupart des schistes sont essentiellement fissiles, c'est-à-dire qu'ils se divisent facilement par feuillets plus ou moins minces, comme l'ardoise ; mais il y a des schistes qui ne sont fissiles et schistens qu'en grand, et dont la texture est telle qu'ils se divisent en fragments polyédriques, dans lesquels on ne voit plus aucune trace de structure schistoïde. Tels sont les schistes en chevilles, le schiste grossier conchoïde, etc. En général, les schistes les plus fissiles sont ceux qui ont le grain le plus fin.

Il suffit de reconnaître que les schistes sont formés de matière argileuse endurcie, pour se rendre compte sans difficulté, et de leur composition chimique, et de leur abondance, et de leur distribution, et de leur disposition même dans les terrains anciens. Car il est tout naturel qu'à une époque où les agents atmosphériques ont pu exercer contre les roches primitives des ravages tels, qu'il en soit résulté des dépôts si considérables de grauwackes, de grès et de poudingues, il y ait eu aussi et inévitablement en même temps de très grands dépôts de limons argileux, maintenant transformés en schistes de toute espèce.

On voit par là que les schistes représentent les éléments des roches primitives qui, décomposées par les agents atmosphériques,

ou triturées par le transport des eaux, ont pu se réunir sur divers points sous formes de limons plus ou moins fins.

Ces limons réunissent ainsi particulièrement les éléments feldspathiques, broyés ou passés à l'état kaolinique et aussi le mica, le talc, le pyroxène, l'amphibole, etc., altérés ou décomposés. D'où l'on peut conclure que les schistes seront le plus souvent des éléments précieux pour l'agriculture, toutes les fois du moins que, par une trituration facile, ou par suite de leur altération naturelle, il deviendra possible de les incorporer à la terre végétale.

Toutefois, il importe de faire observer que la composition chimique des schistes est très variable; que tantôt ils sont riches en soude ou potasse, alumine et magnésie, et que d'autres fois, au contraire, ils ne contiennent qu'une très faible proportion de ces éléments, surtout des deux premiers; que souvent même ils n'en contiennent aucune trace; alors essentiellement composés de silice et d'alumine, ils intéressent beaucoup moins l'agriculture.

Calschiste. — *Talcalschiste.* — Lorsqu'un schiste ne contient qu'une petite proportion de matière calcaire disséminée et fondue en quelque sorte dans la masse du schiste sans être discernable à l'œil nu, la roche est un *schiste calcarifère* qui passe au *calschiste*. Il représente l'*argile calcarifère* des terrains tertiaires, qui passe à la marne argileuse. Mais si la matière calcaire est plus abondante, et alors distincte et reconnaissable, formant ordinairement dans le schiste des lits intercalés ou des grains, ou des nodules, des lamelles ou bien des noyaux, ou des amandes disséminées et quelquefois serrées dans les mailles d'un réseau schisteux, la roche alors, distinctement composée de calcaire et de schiste, prend le nom de *calschiste* (nom proposé par M. Alex. Brongniart et généralement accepté), quelle que soit, d'ailleurs, la disposition relative du schiste et du calcaire, pourvu que ce ne soit ni une brèche, ni un pouddingue, ni une grauwaacke. Enfin, si la matière schisteuse est de nature talqueuse, si la roche se trouve ainsi formée de calcaire et de schiste talqueux, la roche doit être nécessairement distinguée sous un nom particulier. J'ai proposé de la nommer alors *talcalschiste* ou calcaire et schiste talqueux.

On comprend que le même ensemble de circonstances qui a pu produire les marnes des terrains supérieurs, c'est-à-dire des mélanges en toute proportion de matière argileuse et de matière calcaire, a dû produire des mélanges semblables aux époques anciennes.

Mais les diverses causes qui, à cette époque, ont endurci l'argile et l'ont transformée en schiste, ayant dû réagir de la même ma-

nière sur l'argile des marnes primordiales, il en est résulté ces roches formées de calcaire et de schiste argileux ou de schiste talqueux qui nous occupent.

Or on conçoit que cet endureissement de la matière argileuse ait pu, à la faveur de la température élevée qui régnait alors, occasionner une sorte de *départ* très lent et une disposition cristalline nouvelle de la matière calcaire, circonstance qui expliquerait cette texture toute particulière qui est propre aux calschistes et aux tacalschistes. — Ces deux roches et les schistes eux-mêmes pourraient donc être considérés comme *métamorphiques*, c'est-à-dire comme offrant des formes et des caractères tout différents de ceux qu'ils durent montrer au moment de leur formation.

Les calschistes et les tacalschistes ne sont pas des roches très répandues. Cependant on les trouve en abondance dans les Pyrénées, dans l'Aude, en Italie, en Saxe, etc. Les calschistes et les tacalschistes fournissent un grand nombre de marbres riches et recherchés, tels que les *reticulés*, les *camporas*, les *griottes*, en un mot, la plupart des espèces qui, dans ma classification générale des marbres, forment les 22^e, 23^e, 24^e et 25^e groupes appartenant tous à la famille des *Mélangés* (*Cours de géologie agricole*, p. 117).

Ces calschistes appartiennent surtout aux étages inférieurs des terrains de transition, c'est-à-dire aux groupes silurien et dévonien; ils contiennent souvent des fossiles; on peut même établir en fait que dans les calschistes amygdalaires chaque noyau est formé le plus souvent par une coquille globuleuse enroulée des genres *Chymenia*, *Goniatites*, etc. Ces coquilles, reconnues pour la première fois par M. Dufrenoy, apparaissent nettement dans les griottes polies, et ont valu à quelques-uns de ces marbres leurs noms d'œil de perdrix, œil saignant, œil de paon.

Telles sont les roches de sédiment à éléments indiscernables. On voit qu'elles se réduisent à un très petit nombre de genres.

Mais je dois ajouter quelques mots sur le *phyllade* et le *micaschiste*, roches que l'on confond trop souvent avec les schistes de sédiment, et que, dans tous les cas, la majorité des géologues considère aujourd'hui, très à tort, selon moi, comme des schistes *métamorphiques*.

Micaschiste. — Le *micaschiste* n'est autre chose que du *gneiss*, plus schisteux et plus riche en mica, lequel y devient si prédominant, que ses paillettes, grandes ou petites, mais toujours distinctes à l'œil nu, forment des lits que l'on peut appeler continus et enveloppants, tandis qu'ils sont interrompus dans le *gneiss*.

Outre le mica (il y a souvent à la fois deux variétés de mica très

distinctes), le micaschiste renferme du quartz et du feldspath ; mais le feldspath y est souvent moins abondant que le quartz, quelquefois même on ne l'y découvre que caché et dissimulé entre les lames de mica, à tel point, que quelques géologues ont, par erreur, considéré le micaschiste comme formé seulement de quartz et de mica. Or, toute roche composée seulement de quartz et de mica est un *hyalomicté*, quelles que soient les dispositions et proportions relatives de ces deux éléments.

Le micaschiste offre un grand nombre d'espèces et de variétés, et passe insensiblement au *phyllade* lorsque le mica est en si petites lamelles qu'elles ne sont plus distinctes à l'œil nu.

Très souvent le micaschiste contient des minéraux disséminés et en grande quantité : des grenats, des tourmalines, des macles, du disthène, des staurotides, de l'amphibole, de la chlorite, de l'émeraude, du graphite, du fer sulfuré jaune, du fer oligiste écaillé, etc., etc. Enfin, il se montre fréquemment altéré et même complètement décomposé.

Quant aux usages industriels du micaschiste, ils sont fort peu nombreux ; toutefois, c'est une des roches les plus précieuses pour les constructions, d'abord, parce que son extraction est ordinairement facile et économique ; ensuite, parce qu'il fournit des matériaux d'un emploi très facile et fort durable : d'où il résulte qu'il y a tout avantage et tout profit à employer le micaschiste dans les constructions. Il est même des cas où un architecte instruit et prévoyant devra le rechercher et l'employer, alors même qu'en raison d'un plus lourd charroi il coûterait plus cher que la pierre calcaire du pays ; notamment quand il s'agit de construire un aqueduc, une maison de bains, et surtout un établissement thermal.

Les micaschistes sont abondamment répandus à la surface du globe ; tantôt on les voit recouvrir le gneiss et le granite et offrir un développement et une puissance souvent considérables ; d'autres fois ils se montrent en couches simplement intercalées au milieu des gneiss et des autres roches du même terrain ; le plus souvent, ils forment des couches minces, mais très nombreuses, la plupart ondulées, plissées, renversées, et se montrant presque toujours fortement inclinées lorsqu'elles ne sont pas complètement redressées et verticales.

Phyllade. — Le *phyllade* n'est qu'un micaschiste à très petits grains, presque compacte, dont le caractère essentiel et précis est de ne pas offrir des paillettes de mica distinctes à l'œil nu. En d'autres termes, le *phyllade*, tel qu'il faut le comprendre pour le séparer des autres espèces, est une roche composée d'une pâte

de mica, complètement amorphe, intimement mêlée de quartz et surtout de feldspath, mais en grains également indistincts, et comme fondus dans la pâte micacée, qui habituellement prédomine. Quelquefois cependant on distingue des lits alternatifs, les uns riches en matière feldspathique, les autres en matière micacée.

Dans la série décroissante des roches, le phyllade se trouve placé entre le micaschiste et l'ardoise. De même que le granite passe au gneiss et qu'il y a des *granites gneissaux* et des *gneiss granitoïdes*, de même que le gneiss passe au micaschiste et qu'on a des *gneiss schisteux* et des *micaschistes gneissaux*, de même le micaschiste passe au phyllade par des passages absolument insensibles.

Ainsi, le micaschiste phylladien et le phyllade satiné pailleté, dans lequel on voit encore, mais en petite proportion, de petites lamelles de mica distinctes à l'œil nu, sont des roches fréquentes partout où se rencontre le groupe important des roches phylladiennes.

Enfin, le phyllade passe lui-même au *schiste ardoisé*, lequel passe au *schiste grossier*, qui passe lui-même par degrés aux marnes, aux argiles, et au *limon glaiseux* de l'époque actuelle, et à tel point, qu'on peut former des séries d'échantillons passant par degrés insensibles du plus beau granite à gros grains à l'argile plastique la plus homogène, mais sans que l'on puisse être pour cela embarrassé pour classer et nomenclaturer tous les termes de cette curieuse série.

Les phyllades sont très nombreux en espèces et en variétés, mais quelques auteurs ont classé fort mal à propos parmi les phyllades de véritables schistes appartenant aux terrains secondaires et intermédiaires.

Les *phyllades* sont avec les *micaschistes* les véritables roches primitives résultant du premier refroidissement des matières incandescentes du globe à sa surface; mais aujourd'hui la très grande majorité des géologues considère les phyllades comme étant des roches métamorphiques, opinion erronée comme je l'ai déjà dit, qui produit déjà un résultat gravement funeste, celui de dérouter le géologue ingénieur dans les applications de la science, de l'entraîner à faire fausse route dans des recherches dispendieuses, et qui, d'un autre côté, tend à faire ranger dans l'espèce phyllade beaucoup de roches qui ne sont pas des phyllades, mais qui sont de véritables schistes plus ou moins ardoisiers ou même des *grauwackes*: telles sont, notamment, celles dans lesquelles on a observé des fossiles et dans lesquelles on reconnaît à la loupe des grains

roulés, nullement cristallins, qui suffisent pour les classer nettement dans les schistes sédimentaires.

Quant à moi, je n'ai pu encore être assez heureux, malgré toute mon envie, et quoiqu'il me passe chaque année par les mains plus de vingt mille échantillons de roches de toutes les parties du monde, pour rencontrer, ni voir nulle part un véritable phyllade offrant des traces de corps organisés. Les prétendus phyllades dans lesquels on m'a montré des fossiles étaient tous des schistes ou des grauwackes parfaitement caractérisés.

Il est certain que les phyllades et les grauwackes sont les roches sur lesquelles les géologues commettent le plus de confusion. J'en crains pas de dire que les trois quarts au moins des roches, qui ont été désignées ou indiquées comme des phyllades dans les collections et dans les descriptions locales ou générales de terrains ou de localités, sont tout autre chose que des phyllades. Car tel applique le nom de phyllade à des ardoises, à des schistes communs, à des schistes grossiers pailletés, à des grauwackes et même à des grès ; d'autres ont appelé phyllades des micaschistes, des talschistes, des hyalomictes, des psammites, etc. Or, on en conviendra, rien n'est plus fâcheux et plus funeste au progrès des études sérieuses que cette confusion introduite dans la nomenclature des roches, qui est telle, que lorsqu'on assiste à une lecture ou à une dissertation géologique, on n'est pas toujours certain de comprendre exactement le sujet de la lecture ou de la discussion.

Les phyllades forment des assises ordinairement très nombreuses, très puissantes, très régulières, mais presque toujours plissées, contournées, ou tout au moins relevées et inclinées sous des angles très variables et en raison de la facilité avec laquelle elles ont dû obéir à toutes les causes de dislocation qui n'ont cessé d'agiter les couches inférieures de l'écorce terrestre.

Les phyllades fournissent, comme les micaschistes, d'excellente pierre à bâtir, et en outre, de grandes et belles pierres pour le dallage des cours, des salles basses, des écuries, des fours, etc.

Quelques variétés sont même employées comme ardoise, mais elles ne sont presque jamais aussi minces, aussi légères, ni aussi parfaitement unies que la véritable ardoise, qui est presque toujours un schiste du terrain de grauwacke inférieur (étage silurien).

M. Élie de Beaumont fait observer que, suivant M. Nérée Boubée, les poudingues siliceux sont plus rares que les poudingues calcaires. M. Nérée Boubée doit pourtant se souvenir que

le nagellue de la Suisse et les poudingues de Palassau sont composés de cailloux calcaires. — De même, dans la Tarentaise, il existe de grandes masses appartenant à la période jurassique qui sont formées de poudingues calcaires.

M. Nérée Boubée fait remarquer à M. Élie de Beaumont qu'il n'a pas dit qu'il n'existe pas de poudingue calcaire, qu'il en connaît, au contraire, plusieurs exemples même dans les Pyrénées, dans la vallée de Campan, à Saint-Girons, etc.; qu'il a dit seulement que les poudingues siliceux sont beaucoup plus communs que les poudingues calcaires, ce qui est vrai et facile à expliquer, et que pour dix gisements de poudingue calcaire on trouverait sans peine cent exemples de poudingue quartzeux appartenant au grès rouge, au grès bigarré, à la craie, à l'argile plastique, etc.; qu'ainsi la Moselle, les Vosges, les Pyrénées, la Normandie, la Bretagne, la Beauce, etc., etc., offrent des masses énormes de ces poudingues siliceux dont on retrouve même des blocs roulés, dispersés dans toutes les vallées.

Le secrétaire donne lecture du travail suivant de MM. Raulin et Delbos :

Extrait d'une monographie des Ostrea des terrains tertiaires de l'Aquitaine, par MM. V. Raulin et J. Delbos.

Parmi les familles de mollusques acéphales dont les débris se rencontrent dans les couches du sol, il en est une qui est remarquable par l'abondance, tout aussi bien que par la bonne conservation des individus. En effet, les Ostracées forment souvent des bancs et des couches presque à elles seules, et dans les sables et les calcaires, comme dans les argiles, leur test a résisté aux agents qui ont si souvent dissous celui des espèces des autres familles; il a presque toujours conservé sa solidité primitive; s'il n'a même été endurci.

Il n'est pas de géologue qui ne sache combien cette famille est précieuse à ce point de vue, et quels bons horizons géognostiques forment les *Gryphaea arcuata*, *cymbium*, *dilatata*, les *Exogyra virgata*, *subsinnuata*, *sinnuata*, les *Ostrea gregarea*, *carinata*, *flabellula*, *cyathula*, etc.

Mais si quelques espèces sont très facilement reconnaissables,

les zoologistes connaissent tous l'extrême difficulté que l'on éprouve à caractériser nettement une bonne partie d'entre elles. En effet, dans cette famille, la forme générale de la coquille est loin d'avoir la même constance que dans les autres, puisque chaque espèce non-seulement varie dans le degré d'épatement et d'adhérence, mais encore peut se modeler sur son support; les ornements extérieurs ne présentent pas non plus autant de variété, puisque le test est toujours plus ou moins grossièrement foliacé à l'extérieur; enfin, la charnière elle-même est dépourvue de ces dents cardinales et latérales qui existent si souvent et qui fournissent des caractères si excellents pour la distinction des espèces. En un mot, on voit faillir dans cette famille tous les caractères qui sont considérés habituellement comme les plus importants et les plus commodes à observer.

Aussi, pour prendre une idée complète de l'espèce dans les huîtres, il ne suffit pas, le plus souvent, d'avoir quelques individus à sa disposition; il faut en réunir beaucoup, et autant que possible, de localités diverses. Toutefois, un examen détaillé d'une grande quantité d'individus appartenant incontestablement à la même espèce et provenant du même lieu, nous a démontré que si les formes sont assez variables, il y a cependant deux caractères qui varient beaucoup moins: la configuration de la surface ligamentaire et les ornements extérieurs.

La *surface ligamentaire* dans les huîtres est invariablement divisée en trois parties: sur la valve gauche ou profonde, il y a une partie médiane désignée sous le nom de *canal*, et deux latérales, ordinairement saillantes, appelées *bourrelets*; sur la valve droite, les trois parties sont ordinairement moins distinctes et légèrement excavées; mais il arrive parfois que la partie médiane est saillante quand le canal de la valve gauche est très profond. Les proportions relatives de ces trois parties sont très diversifiées dans les différentes espèces; mais elles possèdent au contraire une grande constance dans chacune d'elles. Nous n'avons pas vu que l'on ait jusqu'à présent attaché grande importance à ce caractère, et nous croyons que c'est à tort.

Quant aux ornements de la surface extérieure, il nous a semblé aussi que dans les espèces qui en sont pourvues, soit sur les deux valves, soit le plus habituellement sur la valve gauche, on pouvait tirer, de leur nombre et de leur forme, des caractères plus précis et meilleurs qu'on ne l'a fait jusqu'à présent.

Nous n'avons point ici à examiner si l'espèce existe réellement dans la nature; ce que nous croyons utile de dire seulement, c'est

que le paléontologiste ne peut avoir toujours la prétention de faire des espèces qui soient celles de la nature; il ne peut, en effet, étudier que l'enveloppe extérieure, et en quelque sorte accessoire, de l'animal, qui ne traduit pas toujours les différences, même considérables, qui existent dans l'organisation, comme, par exemple, entre les Patelles et les Acméés dont la coquille est identique, quoique les unes soient des Cyclobranches et les autres des Pectinibranches. Les espèces fossiles doivent donc être regardées comme plus artificielles et plus conventionnelles, puisque l'un des principaux caractères admis pour les espèces vivantes fait complètement défaut, le croisement possible des divers individus qui présentent de légères variations.

Les espèces fossiles ne peuvent donc être basées que sur la constance des caractères essentiels, l'appréciabilité des différences, et l'absence d'intermédiaires. On conçoit que l'on ne peut affirmer que toutes les espèces, en apparence le mieux établies, soient définitives; car il peut arriver, comme cela a lieu aussi pour les espèces vivantes, que la découverte d'êtres intermédiaires, encore inconnus, amène la réunion de certaines d'entre elles, considérées aujourd'hui comme bien distinctes.

Dans notre travail, nous nous sommes efforcés de faire des espèces zoologiques indépendantes de toute considération de gisement, car nous avons reconnu de trop grands inconvénients à l'établissement d'espèces pour ainsi dire géologiques. Les différences de gisement doivent certainement mettre, de prime abord, le paléontologiste en garde contre l'identification d'individus provenant d'étages bien tranchés; mais, quand après un examen complet il arrive à reconnaître qu'entre des individus d'étages et même de terrains consécutifs il n'y a pas de différences, ou bien que celles qui existent sont insignifiantes, il ne doit pas hésiter à opérer la réunion des individus sous une même dénomination spécifique. On ne peut, en effet, disconvenir que des différences même notables, existant entre certains individus de deux terrains différents, mais reliés par un grand nombre d'intermédiaires, ne soient moins valables pour l'institution de deux espèces, que des différences plus petites, mais constantes, existant entre deux séries d'individus recueillis dans la même couche.

Le nombre des espèces de la famille des Ostracées est tellement considérable que, sans attacher aux coupures plus de valeur qu'elles n'en méritent, nous pensons qu'il y a pourtant un véritable avantage à conserver les noms de Gryphées, d'Exogyres et d'Huîtres, puisqu'en appliquant l'un de ces noms sous-génériques

à une huître, on peut déjà avoir sur la forme générale de l'espèce une notion que le nom d'*Ostrea* ne donnerait pas.

Les espèces de Gryphées et d'Exogyres ne sont pas assez nombreuses pour qu'il soit bien nécessaire de les réunir en plus de deux groupes dans chacun de ces deux sous-genres : celles qui sont lisses et celles qui portent des plis ou des côtes à leur surface. Dans les *Ostrea*, au contraire, cette division est insuffisante, et nous pensons que pour celles du S.-O. au moins, il y a lieu d'établir les huit coupures suivantes auxquelles on peut donner des noms empruntés à l'espèce la plus connue dans chacune :

Vesiculares. Les deux valves lisses, crochet court.

Laterales. Valve gauche lisse, des plis concentriques à la valve droite.

Virginicæ. Valve gauche à lamelles légèrement crépues ou plissées : crochet très prolongé.

Edules. Des plis rayonnants à la valve gauche, valve droite lisse, crochet large et court.

Flabellulæ. Des plis rayonnants à la valve gauche, valve droite lisse, crochet étroit et petit.

Cornucopiæ. Des côtes à la valve gauche, valve droite lisse.

Undatæ. Des côtes arrondies aux deux valves.

Carinatae. Des plis anguleux aux deux valves.

Le S.-O. de la France, comprenant la grande plaine de l'Aquitaine et les Pyrénées, présente une grande quantité d'Ostracées dans ses divers terrains marins tant jurassiques et crétacés que tertiaires. Jusqu'à ces dernières années, les géologues minéralogistes s'étaient seuls occupés de les déterminer, et, comme il arrive trop souvent en pareil cas, les déterminations ont été faites à vue de nez, et des noms tels quels ont été appliqués aux espèces. Depuis une douzaine d'années cependant les paléontologistes se sont mis à l'œuvre, et les espèces jurassiques, crétacées et nummulitiques ont été reconnues, indiquées, et souvent même décrites et figurées.

M. d'Orbigny, en 1850, dans les t. I et II du *Prodrome de paléontologie*, a énuméré ou caractérisé brièvement 15 espèces jurassiques, savoir : 1 *Gryphæa*, 3 *Exogyra* et 11 *Ostrea*; elles se rapportent soit aux *Vesiculares*, soit aux *Carinatae*.

M. d'Archiac, en 1843 et 1851, dans ses *Études sur la formation crétacée* et dans le t. IV de l'*Histoire des progrès de la géologie*; M. d'Orbigny, en 1847, dans la *Paléontologie française*; et M. Leymerie, en 1851, dans son *Mémoire sur un nouveau type pyrénéen*, ont énuméré et décrit environ 30 espèces crétacées, savoir :

12 *Exogyra* et 18 *Ostrea* se rapportant encore aux *Vesiculares* et aux *Carinatae*.

Enfin, M. Leymerie, en 1846, dans son *Mémoire sur le terrain à Nummulites des Corbières*, et M. d'Archiac, en 1846 et 1850, dans ses *Descriptions des fossiles du groupe nummulitique de Bayonne et de Dax*, et dans l'*Histoire*, t. III, 1850, ont donné l'énumération et la description de 16 espèces nummulitiques appartenant toutes au genre *Ostrea*: les trois quarts se rapportent au groupe des *Vesiculares*, et quelques-unes à ceux des *Flabellulae* et des *Undatae*.

Mais ce qui est bien peu avancé, c'est l'étude des huîtres des terrains tertiaires proprement dits, des divers faluns qui forment des nappes si importantes dans tout l'espace triangulaire limité par la côte du golfe de Gascogne, de l'embouchure de la Sèvre à celle de l'Adour, et dont le sommet se trouve vers Agen; les nombreuses excursions que nous avons faites, l'une dans le bassin de la Garonne, et l'autre dans celui de l'Adour, nous ont procuré un grand nombre d'individus. Lorsqu'il y a deux ans nous voulûmes nommer les principales espèces, nous nous trouvâmes dans un grand embarras; telle espèce, l'*Ostrea crispata*, Goldf., par exemple, qui forme des bancs dans le Bazadais, l'Agenais et le Condomois, ont reçu des différents auteurs, qui en ont parlé pendant les trente dernières années, jusqu'à sept noms dont aucun n'est celui qui lui appartient véritablement. Nous avons vu alors qu'il existe une lacune nuisible dans la paléontologie du S.-O., et nous entreprenons aujourd'hui de la combler.

Pour nous faciliter les moyens de rendre notre travail aussi complet que possible, MM. les docteurs Grateloup et le pasteur La Harpe, ainsi que MM. L. Dufour et Ferris, de Saint-Sever et de Mont-de-Marsan, ont bien voulu nous confier les échantillons qu'ils avaient recueillis à diverses époques; il en a été de même de deux jeunes amis de l'histoire naturelle, MM. Banon et Brochon. M. Marcel de Serres, enfin, a bien voulu nous communiquer une partie des types des espèces méditerranéennes décrites par lui en 1843 dans les *Annales des sciences naturelles*.

Nos études nous ont amené à distinguer 33 espèces dans les huîtres des onze dépôts marins (y compris les trois étages nummulitiques) qui se rapportent au moins à six groupes bien tranchés dans les terrains tertiaires de l'Aquitaine; parmi ces espèces, en grande partie caractéristiques et abondantes, 8 sont encore inédites, et moins de 10 sont connues sous les noms qu'elles doivent porter.

Dans ces divers étages tertiaires, tous les groupes sont représen-

tés à l'exception de celui des *Carinatae*; mais les *Elabellatae* forment plus de la moitié des espèces.

Après les discussions soulevées par M. d'Orbigny sur la nomenclature des parties de la coquille et sur la position de celle-ci, nous sommes obligés de dire ce que nous adoptons. Nos noms se rapportent tous à la partie vivante de l'être, comme cela devait être, puisqu'elle est beaucoup plus essentielle que l'enveloppe calcaire extérieure. Nous appelons donc les deux valves, droite et gauche; dans les huîtres, la valve gauche est plus profonde, inférieure et souvent adhérente; la valve droite, au contraire, est toujours plus plate, plus petite et plus ou moins operculaire. Quant aux dimensions de l'animal, elles sont, comme toujours, les trois suivantes :

Longueur. Dimension bucco-anales ou ano-vulvaire.

Largeur. Dimension latéro-latérale.

Hauteur ou épaisseur. Dimension dorso-abdominale ou cardino-palléale.

Dans les huîtres, la largeur est excessivement variable, et il n'y a pas lieu de s'en occuper. Pour la longueur et la hauteur, on a malheureusement pris l'habitude de renverser la nomenclature rationnelle par suite du changement dans ces animaux des longueurs relatives de ces dimensions en sens inverse de ce qu'elles sont dans les autres mollusques bivalves; aussi nous ne pouvons employer, sous peine de n'être pas compris, les expressions de longueur et de hauteur sans épithète. En effet, dans une huître qui a des dimensions de 0^m,5 et de 0^m,1, qui comprendrait, en lisant une description isolée, que la première est la hauteur et la seconde la longueur?

Avant de passer à la description des espèces, nous donnons un tableau analytique analogue à ceux qui sont d'un usage si commode en botanique pour la détermination des espèces. La division dichotomique, qui procède invariablement par l'opposition des caractères qu'elle met ainsi forcément en évidence, est le résumé et la substance de tout le texte descriptif; elle a, en outre, le grand avantage de ne pas obliger le lecteur à étudier attentivement plusieurs descriptions souvent longues et arides pour y découvrir l'unique caractère différentiel qui, souvent, distingue deux espèces. Le numéro placé à la suite du nom des espèces est celui que chacune porte dans la description générale.

Clef analytique des espèces.

1.	Les deux valves lisses.	2
	Des côtes ou plis rayonnants ou concentriques sur l'une des valves au moins.	9
2.	Crochet court.	VESICULARES. 3
	Crochet très prolongé.	13
3. I.	VESICULARES. {	
	Coquille très petite (0 ^m ,01 au plus), très mince, pellucide. Crochet de la valve gauche réfléchi extérieurement à angle droit.	<i>O. neglecta.</i> (7)
	Test épais. Crochet de la valve gauche non réfléchi à angle droit.	4
4.	Coquille triangulaire, valve gauche présentant du côté buccal un long prolongement styliforme.	<i>O. longicauda.</i> (8)
	Coquille non triangulaire et sans prolongement styliforme.	5
5.	Coquille de taille moyenne (0 ^m ,04 au plus). Crochet excavé, bourrelets convexes. Surface ligamentaire de la valve droite sans prolongement bien sensible du 1/3 médian, vers la région abdominale.	<i>O. cochlearia.</i> (6)
	Coquille atteignant 0 ^m ,05 et plus. Canal se prolongeant au delà des bourrelets vers la région abdominale; bourrelets plans, sur une valve au moins.	6
	Surface ligamentaire semblable sur les deux valves (un canal excavé se prolongeant au delà des bourrelets, bourrelets plans). Valve gauche peu ou point ondulée; des stries rares et rayonnantes sur la valve droite.	7
6.	Surface ligamentaire dissemblable sur les deux valves (un canal non prolongé et des bourrelets plans sur la valve gauche; surface planesanscanal, mais à partie médiane prolongée, sur la valve droite). Valve gauche un peu ondulée; pas de stries sur la valve droite.	<i>O. subdeltoidea.</i> (5)
7.	Coquille profonde, vésiculeuse ou gryphoïde, offrant ordinairement un sinus sur le 1/3 postérieur de la valve gauche. Surface ligamentaire de la valve droite formant un angle très fort avec le plan de cette valve.	<i>O. vesicularis.</i> (1)
	Coquille non gryphoïde ni vésiculeuse. Surface ligamentaire de la valve droite peu inclinée sur le plan de cette valve.	8
	Canal formant le 1/3 de la surface ligamentaire.	
8.	Canal, 2/3.	<i>O. hippopodium.</i> (2)
	Canal, 1/5.	<i>O. subgigantea.</i> (4)
	Canal, 4/5.	<i>O. pyrrenaica.</i> (3)
9.	Des plis concentriques sur la valve droite. Valve gauche lisse.	LATERALES. 10
	Des côtes ou plis rayonnants sur une valve au moins.	11

10.	II. LATERALES. De 6 à 10 plis concentriques sur la valve droite.	<i>O. lateralis.</i>	(9)
11.	{	Des stries, plis ou côtes sur la valve gauche seulement . . .	42
		Des côtes sur les deux valves	<i>UNDATÆ.</i> 34
12.	{	Lamelles d'accroissement plus ou moins crépues ou plissées, mais pas de plis régulièrement rayonnants. Coquille ordinairement étroite, de grande taille et très épaisse. Talon très prolongé.	<i>VIRGINICÆ.</i> 43
		Des côtes ou plis bien marqués. Coquille de taille moyenne ou petite	17
13.	III. <i>VIRGINICÆ.</i> {	Bourrelets saillants et distincts, séparés des expansions du talon par un sillon bien marqué	14
		Bourrelets peu saillants et mal séparés. Sillons peu marqués.	15
14.	{	Canal large, formant les $\frac{2}{3}$ ou $\frac{1}{2}$ de la surface ligamentaire. Bourrelets étroits	<i>O. crassissima.</i> (43)
		Canal étroit, $\frac{1}{3}$; bourrelets saillants et de la largeur du canal	<i>O. crispata.</i> (14)
15.	{	Bord de la valve gauche ponctué sur le prolongement du sillon.	<i>O. crepidula.</i> (41)
		Bord de la valve gauche non ponctué.	46
16.	{	Coquille gibbeuse, munie près du crochet d'une callosité proéminente	<i>O. callifera.</i> (10)
		Coquille sans callosité très saillante.	<i>O. longirostris.</i> (12)
17.	{	Valve gauche ornée de côtes, au nombre de 12 à 15. Crochet court, très saillant et fortement excavé. Canal peu profond et bourrelets plats. Valve droite operculiforme.	<i>CORNUCOPICÆ.</i> 30
		Valve gauche ornée de 25 à 60 plis plus ou moins réguliers. Crochet peu saillant et médiocrement excavé	48
18.	{	Crochet large et court: coquille dépassant souvent 10 centimètres, épaisse: plis gros, mais ordinairement peu continus.	<i>EDULES.</i> 19
		Crochet petit. Coquille atteignant au plus 8 centimètres. Plis ordinairement réguliers et continus.	<i>FLABELLULÆ.</i> 20
19.	IV. <i>EDULES.</i> Plis serrés; crochet égalant $\frac{1}{4}$; canal formant $\frac{1}{3}$	<i>O. lamellosa.</i>	(15)
20.	V. <i>FLABELLULÆ.</i> {	Valve gauche ornée de plis au nombre de 25(1) au plus, dans les individus adultes.	21
		Valve gauche ornée de 35 plis au moins, dans les adultes.	24

(1) Nous comptons tous les plis ou côtes, sans en excepter aucun, sur le bord de la valve et dans les individus complets. Souvent ce nombre ne peut être déterminé que par l'étude de plusieurs échantillons, la surface d'adhérence faisant disparaître une partie de ces plis quand elle s'étend jusque sur un des côtés du crochet.

21. { Canal très peu profond, bourrelets larges, plis gros et sail-
lants, réguliers, contigus; coquille ovale, à bord anal
droit. 22
Canal bien marqué, bourrelets saillants et étroits, plis fins. 23
22. { Bord lisse. *O. canterinata*. (27)
Bord en grande partie ponctué. *O. punctifera*. (28)
23. { 25 plis irrégulièrement saillants, comme noduleux, espa-
cés; coquille mince, ovale, un peu prolongée en arrière.
O. rugata. (26)
25 plis arrondis, rayonnants, non noduleux; coquille
mince, étroite. *O. flabellula*. (24)
25 plis assez étroits, espacés; coquille profonde, assez
épaisse. *O. cyathula*. (25)
24. { Plis gros (35 à 40); coquille mince. 25
Plis assez fins (45 à 55); coquille mince 26
Plis très fins (60 environ); coquille épaisse 29
25. { Plis assez étroits, distants; coquille prolongée en son bord
ano-abdominal. *O. foveolata*. (22)
Plis larges contigus; coquille ovale non prolongée en son
bord ano-abdominal. *O. frondosa*. (23)
26. { Coquille coudée ou fortement prolongée en son bord ano-
abdominal. 27
Coquille droite ou semi-lunaire, mais non coudée. 28
27. { Coquille dilatée dans la région abdominale. Canal, $1/2$.
O. producta. (20)
Coquille atténuée en cette région. Canal, $1/3$. *O. cabitus*. (21)
28. { Coquille droite, crochet droit, long. Canal, $1/3$. *O. virgata*. (18)
Coquille semi-lunaire, à bord anal droit. Crochet court,
latéral, canal très petit, $1/4$ *O. cymbula*. (19)
29. { Coquille élargie, crochet, $1/5$. Canal, $1/2$. Sillon se con-
tinuant par des points sur la valve *O. strictiplicata*. (17)
Coquille arrondie, spatulée. Crochet, $1/3$. Canal, $1/3$. Bord
non ponctué sur le prolongement des sillons. *O. fim-
briata*. (16)
30. VI. CORNUCOPIE. { Crochet égalant $1/5$. Canal très peu pro-
fond. *O. rudicula*. (29)
Crochet, $1/3$ à $2/5$. Canal peu profond.
O. Saccellus. (30)
31. VII. UNDATE. { Coquille ovale allongée. De grosses côtes
portant des écailles minces relevées et
creuses. Crochet, $1/4$. Canal, $2/5$.
Sillons peu profonds *O. undata*. (32)
Coquille sub-circulaire ou sub-quadrang-
ulaire. Côtes n'offrant que très rare-
ment des écailles relevées, et plutôt
lamelleuses ou noduleuses. 32

32. { Environ 25 côtes simplement lamelleuses. Centre de la partie intérieure des valves à peu près lisse. Crochet, $\frac{1}{3}$. Canal, $\frac{2}{3}$. Sillons ponctués. *O. Martinsii*. (31)
 { Environ 15 côtes irrégulières, étroites, noduleuses, ou rarement un peu écailleuses. Crochet, $\frac{1}{8}$. Canal, $\frac{1}{3}$. Sillons profonds *O. squarrosa*. (32)

DESCRIPTION DES ESPÈCES.

Section 1. — VESICULARES. Les deux valves lisses; crochet court.

1. *OSTREA VESICULARIS*, Lamk., *At. Brong.* Paris, pl. K, fig. 5, et *O. Archiaci*, Bellardi, d'Arch., *Mém. Soc. géol.*, 2^e série, t. III, pl. XIII, fig. 24. *O. subhippodium*, d'Arch.

Test assez épais. Coquille gryphoïde ou vésiculaire. Valve gauche profonde, présentant ordinairement un sinus sur son tiers postérieur; surface d'adhérence très petite; crochet, $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{6}$; canal assez profond, $\frac{1}{3}$, se prolongeant à l'intérieur; bourrelets plans, à stries droites; sillon bien marqué; bord ridé au crochet. Valve droite plane ou concave, portant extérieurement quelques stries rayonnantes irrégulières; bord lisse, relevé, ridé au crochet; surface ligamentaire, semblable à celle de la valve gauche, formant un angle très fort avec le plan de la valve. Impression musculaire au tiers supérieur de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale, 0,05 à 0,095.

Hauteur dorso-abdominale, 0,05 à 0,095.

Étage nummulitique inférieur : à Gamarde, Sainte-Colombe, Montant (1). Étage nummulitique moyen : à Biarritz. Étage nummulitique supérieur : à Biarritz.

2. *OSTREA HIPPODIUM*, Nills. D'Orb., *Pal. fr.*, pl. 482 (2) (*Ostrea gigantea, curiosa, Hippodidium*, d'Arch.).

Test épais, alvéolé. Coquille suborbiculaire. Valve gauche un peu profonde, surface d'adhérence d'étendue variable; crochet, $\frac{1}{6}$; canal

(1) L'étude des Ostracées n'a pas infirmé dans mon esprit l'opinion que j'avais émise en 1849 (*Bull.*, t. VI, p. 534) sur l'opportunité de la réunion des *Marnes à Térébratules* au terrain crétacé. Je ferai remarquer en outre que, jusqu'à présent, les espèces de cette assise, qui se retrouvent dans le nord de l'Europe, appartiennent exclusivement à la craie (V. Raulin).

(2) Cette espèce est extrêmement voisine de l'*O. latissima*, du calcaire grossier de Paris; toutefois, nous n'osons pas encore nous prononcer sur l'identité, la valve droite de l'individu figuré par M. Deshayes ne présentant pas d'une manière incontestable des stries rayonnantes, comme dans l'*Hippodidium*. Si elles s'y trouvent, il serait

profond, $\frac{1}{3}$, se prolongeant sur la valve: bourrelets plans à stries droites; sillons bien marqués et ponctués. Valve droite plane ou un peu déprimée, portant extérieurement quelques stries rayonnantes irrégulières; bord lisse, relevé; surface ligamentaire semblable à celle de la valve gauche, à peu près parallèle au plan de la valve. Impression musculaire arrondie, presque centrale.

Longueur bucco-anale: 0^m, 12.

Hauteur dorso-abdominale: 0^m, 13.

Étage nummulitique inférieur: Louer, Saint-Aubin, Trabay, Nerbis, Sainte-Colombe (Landes), Horsarrieu, Brassempouy. Étage nummulitique supérieur: Biarritz (1). Calcaire à Astéries: Daignac (Gironde) (2).

3. *O. PYRENAICA*, d'Orb., *Prodr.*, t. II. *O. gigantea*, Leym., *Mém. Soc. géol.*, 2^e série, t. I, pl. XVII, fig. 2.

Diffère de l'espèce précédente par la dimension de son canal, qui égale seulement le cinquième de la largeur de la surface ligamentaire.

Longueur bucco-anale: 0^m, 13.

Hauteur dorso-abdominale: 0^m, 15.

Terrain nummulitique: Fontcouverte, Monze (Aude), Brassempouy (Landes).

4. *O. SUBGIGANTEA*, Nob.

Diffère des deux espèces précédentes par son canal très large, égal aux deux tiers de la surface ligamentaire.

Longueur bucco-anale: 0^m, 15.

Hauteur dorso-abdominale: 0^m, 16.

Calcaire à Astéries: Bordeaux.

5. *O. SUBDELTOIDEA*. Münst. (*O. deltoidea*, Goldf., *Petref.*, pl. LXXXIII, fig. 4).

Test assez épais. Coquille ovale ou arrondie. Valve gauche ondulée, à lamelles saillantes; surface d'adhérence ordinairement très étendue; bord lisse, ponctué au crochet dans le jeune âge; canal, $\frac{2}{5}$; bourrelets aplatis. Valve droite plane ou un peu convexe, ridée au crochet; sur-

peut-être bien difficile de ne pas réunir les deux espèces en une seule, qui reprendrait le nom d'*O. gigantea*, Brand. (*O. latissima*, *O. cariosa*, Desh., *O. Talmontiana*, d'Arch., etc.). M. Dohayes paraît en outre disposé à y réunir l'*O. varilamella* de Laon.

(1) Un magnifique individu de Biarritz, qui nous a été prêté par M. Ch. Des Moulins, se rapproche de l'*O. latissima* de Paris par sa grande taille et la faible épaisseur du test; la valve supérieure porte des stries rayonnantes.

(2) Nous n'avons pas pu constater la présence de stries rayonnantes sur la valve droite, le seul individu de Daignac que nous possédions l'ayant perdue.

face ligamentaire rappelant celle de l'*O. gigantea*, mais à partie médiane un peu concave. Impression musculaire ovale, au milieu de la valve et un peu plus près du bord anal.

Longueur bucco-anale : 0,085.

Hauteur dorso-abdominale : 0,010.

Falun de Léognan : Léognan (Gironde). Falun de Mérignac : Mérignac, Cestas (Gironde), Saint-Avit, Saint-Paul (Landes), Rimbez (Lot-et-Garonne).

6. *O. COCKLEARIA*, Lamk. Desh., *Coq. Paris*, pl. LXII, fig. 3.

Test assez épais. Coquille ovale, crochet un peu prolongé. Valve gauche profonde, surface d'adhérence, $1/4$ à $1/3$; bord lisse, ponctué au crochet; crochet excavé, $1/3$; canal un peu profond, $1/3$, bourrelets saillants, sillons profonds. Valve droite inconnue dans le sud-ouest. Impression musculaire au milieu de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale : 0^m,025.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,035.

Marnes inférieures du calcaire à Astéries : Tizac-de-Curton (Gironde).

7. *O. NEGLECTA*, Michelotti. *Terr. mioc. d'It.*, pl. III, fig. 6.

Test très mince, pellucide. Coquille ovale, souvent prolongée du côté dorsal. Valve gauche profonde, très peu adhérente; bord lisse; crochet excavé, réfléchi extérieurement, à angle droit, $1/3$; canal, $1/2$; bourrelets saillants, sillons nuls. Valve droite concave, crochet aigu, infléchi; surface ligamentaire enfoncée. Impression musculaire petite, au milieu de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale, 0^m,01.

Hauteur dorso-abdominale, 0^m,008.

Falun de Saucats : Cestas, Saucats (Gironde). Falun pliocène inférieur : Orthez (Basses-Pyrénées).

8. *O. LONGICAUDA*, D'Arch., *Mém. Soc. géol.*, 2^e sér., t. III, pl. XIII, fig. 3.

Coquille trigone. Valve gauche présentant du côté buccal un long prolongement caudal subcaréné en dessus. Surface ligamentaire perpendiculaire au plan de la coquille. (D'après M. d'Archiac.)

Longueur bucco-anale : 0^m,046. — Avec l'appendice, 0^m,046.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,010.

Terrain nummulitique : Biarritz.

Section II. — LATERALES. Valve gauche lisse. Des plis concentriques à la valve droite (1).

9. *O. LATERALIS*. Nilson. Leym., *Mém. Soc. géol.*, 2^e sér., t. I, pl. XV, fig. 7, et *O. inscripta*, d'Arch., *Mém. Soc. géol.*, 2^e sér., t. III, pl. XIII, fig. 26-28.

Test peu épais. Coquille cymbiforme, ovale-allongée. Valve gauche profonde, à lamelles plus apparentes du côté anal, peu adhérente; crochet excavé, $1/4$; canal, $1/2$; bourrelets peu distincts, quoique assez saillants. Valve droite plane, munie extérieurement de 7 à 10 plis concentriques. Impression musculaire ovale, au tiers supérieur de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale : 0^m,040.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,048.

Étage nummulitique inférieur : Sainte-Colombe, Coudures, Trabay (Landes). Étage nummulitique moyen : Rocher du Goulet, Biarritz (Basses-Pyrénées), Roubia (Aude).

Section III. — VIRGINICÆ. Valve gauche à lamelles légèrement crépues ou plissées; talon très prolongé; valve droite lisse.

40. *O. CALLIFERA*. Lamk. Desh., *Coq. Paris*, pl. L, fig. 1; pl. LL, 1-2, fig.

Test très épais. Coquille gibbeuse, munie près du crochet d'une callosité très proéminente. Paraît bien voisin de l'*O. longirostris*.

Terrain nummulitique : Montaut, Brassempouy (Landes). (D'Arch.)

41. *O. CREPIDULA*. DeFr. Desh., *Coq. Paris*, pl. LVII, fig. 1, 2; pl. LVIII, fig. 6, 7.

Test peu épais. Coquille allongée, à crochet pointu. Valve gauche profonde, à lamelles un peu crépues; surface d'adhérence occupant du cinquième à la totalité de l'extérieur; bord lisse, ponctué au crochet; crochet, $1/5$ à $1/4$, plus ou moins excavé; canal peu profond, $1/3$; bourrelets peu saillants et mal séparés; sillons presque nuls. Valve droite plane; bord lisse, ridé au crochet; surface ligamentaire courte, plane. Impression musculaire ovale, un peu allongée en avant, au milieu et plus près du bord anal. — Les individus de l'Aquitaine sont de plus grande taille que ceux du bassin de Paris.

Longueur bucco-anale : 0^m, 07 à 0^m,09.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,44.

Terrain nummulitique : Louer (Landes), Aurignac (Haute-Garonne). Calcaire grossier : Jollet, et Cartelègue près Blaye, Prignac et Saint-Germain, près Lesparre (Gironde). Calcaire de Bourg ou à Astéries inférieur : la Lustre près Bourg, Bonneau près Blaye, Berson, la Roque-

(1) A cette section se rattache très probablement l'*O. lamellaris*, Desh.

de-Tau, Peyrelevade près Saint-André-de-Cubzac (Gironde). Calcaire à Astéries supérieur : Camarsac (Gironde), Montcaret (Dordogne).

12. *O. LONGIROSTRIS*. Lamk. Desh. *Cœq. Paris*, pl. LIV, fig. 7, 8 ; pl. LX, fig. 1, 2, 5 ; pl. LXI, fig. 8, 9 ; pl. LXII, fig. 4, 5 ; pl. LXIII, fig. 1, Des Moulins et Delbos. (*O. Virginiana*, Jouannet et de Collegno, *crassissima*, Des Moul., in Dufrenoy.)

Test peu épais. Coquille ovale-allongée. Valve gauche assez profonde, lamelles un peu crépues, surface d'adhérence, $1/4$ à $1/2$; bord lisse, crochet long, droit ou un peu infléchi, $1/4$ à $1/3$ ou $1/2$; canal assez profond, $2/3$; bourrelets peu saillants et mal déterminés ; sillons à peine indiqués, expansion du crochet souvent très développée. Valve droite plane ; bord lisse ; surface ligamentaire plus courte ; bourrelet médian un peu saillant. Impression musculaire ovale, tronquée en arrière aux trois cinquièmes abdominaux de la hauteur et dans la moitié anale. Les individus de l'Aquitaine sont de plus grande taille que ceux du bassin de Paris.

Longueur bucco-anale : 0^m,07 à 0^m,10.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,14 à 0^m,30.

Calcaire à Astéries : Gardegan, Sainte-Colombe, les Lèves, Saint-Aubin-de-Blagnac, Tizac-de-Curton, Berson, Saint-Michel-la-Rivière, Haux, Cars, au nord de la Gironde (Gironde), la Rouquette, Montcaret (Dordogne).

13. *OSTREA CRASSISSIMA*. Lamk. Goldf., *Petref.*, pl. LXXXII, fig. 8. (*O. Virginica*, Desh. Delbos.)

Test souvent très épais. Coquille très allongée. Valve gauche à lamelles plissées ; surface d'adhérence, $1/4$ à $1/2$; crochet long, acuminé, droit, environ $1/4$. Canal profond, $2/5$; bourrelets étroits, distincts ; sillons larges et profonds ; expansions peu développées. Valve droite plane ; surface ligamentaire plus courte ; bourrelet médian quelquefois très saillant. Impression musculaire ovale, tronquée en arrière, située au milieu et un peu postérieurement.

Longueur bucco-anale : 0^m,08.

Hauteur dorso-abdominale, 0^m,20 à 0^m,30.

Falun de Saucats : Saucats, la Réole (Gironde). Terrain pliocène inférieur : Manciet, Gondrain, Eauze (Gers), Rimbès (Lot-et-Garonne), Ozourt, Saint-Severt, Mont-de-Marsan, Sort (Landes), Salles (Gironde), Caotéli (Basses-Pyrénées).

14. *O. CRISPATA*. Goldf. *Petref.*, LXXVII, fig. 1 (*O. Hippopus*, Boué, *longirostris*, Chaubard, *O. Virginica*, Dufrenoy, de Collegno, Jouannet, Grateloup).

Test épais. Coquille allongée. Valve gauche à lamelles crépues ou plissées ; surface d'adhérence peu étendue ; crochet long, droit, $1/4$; canal profond, $1/3$; bourrelets saillants et distincts, sillons profonds ; expansions assez développées, surtout la postérieure. Valve droite sen-

blable à celle de l'*O. crassissima*. Impression musculaire arrondie, un peu au-dessus du milieu, dans la moitié anale.

Longueur bucco-anale : 0^m,06 à 0^m,09.

Hauteur dorso-abdominale, 0^m,10 à 0^m,20.

Falun de Saucats : Canéjan, Saucats (Gironde). Falun de Mérignac : Lusignan-Petit, Port-Sainte-Marie, Sos, Cahonac entre Nérac et Agen, Gazanpouy, Bouglon, Testemalle, Baudignan, Nérac, Pic-de-Bère (Lot-et-Garonne), la Réole, Bazas, Saint-Symphorien, Sauternes, Mérignac (Gironde). Terrain pliocène inférieur : Rimbez (Lot-et-Garonne), Sorl (Landes).

Section IV. — EDOLES. Des plis rayonnants à la valve gauche; valve droite lisse; crochet large et court.

45. *O. LAMELLOSA*, Brocc. Goldf., *Petref.*, pl. LXXVIII, fig. 3.

Test assez épais. Coquille ovale-arrondie. Valve gauche peu profonde, à plis rayonnants peu continus et serrés. surface d'adhérence ordinairement très grande; bord un peu plissé, un peu ponctué au crochet; crochet, 1/4; canal, 1/3; bourrelets saillants, sillons larges. Valve droite un peu convexe; bord lisse, un peu strié au crochet; canal médian presque superficiel. Impression musculaire semi-lunaire, placée au milieu de la hauteur et un peu anale.

Longueur bucco-anale, 0^m,08.

Hauteur dorso-abdominale, 0^m,11.

Falun de Saucats : Canéjan (Gironde). Terrain pliocène inférieur : Rimbez, Manciet (Lot-et-Garonne).

Section V. — FLABELLULÆ. Des plis rayonnants à la valve gauche; valve droite lisse; crochet, petit, étroit.

46. *O. FIMBRIATA*, Grateloup. *Collect.* (*O. Cyathula*, d'Arch., Delbois, *O. multicostata*, d'Orb.)

Test épais. Coquille arrondie-spathulée. Valve gauche ornée d'environ 60 plis fins; surface d'adhérence petite; crochet long, droit, 1/3; canal assez profond, 1/3; bourrelets saillants; sillons profonds; expansion bien développée. Valve droite plane; bord lisse; surface ligamentaire oblique sur le plan de la valve; bourrelet un peu saillant. Impression musculaire grande, au centre de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale, 0^m,035.

Hauteur dorso-abdominale 0^m,05.

Calcaire à Astéries inférieur. L'Herté près Gousse (Landes), la Rouquette (Dordogne).

47. *O. STRICTIFICATA*, Nob. (*O. multicostata*, Leym.), *O. Bellovacina*, var. *a*, Desh., pl. L, fig. 6.

Test épais. Coquille arrondie-ovale. Valve gauche ornée d'environ 60 plis fins; surface d'adhérence petite; crochet, 1/6; canal assez pro-

fond, $1/2$; bourrelets saillants; sillons profonds se continuant dans la valve par des points; expansions bien développées. Valve droite un peu convexe. Impression musculaire grande au centre de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale : $0^m,05$.

Hauteur dorso-abdominale, $0^m,06$.

Terrain à Nummulites de la Montagne-noire (Aude).

18. *O. VIRGATA*, Goldf., *Petref.*, pl. LXXVI, fig. 7. (*O. flabellula*, Jouannet, Des Moulins, in Dufrenoy.)

Test mince, coquille ovale. Valve gauche à 43-50 plis assez fins égalant les intervalles; adhérence médiocre; bord un peu onduleux; crochet droit ou un peu infléchi en arrière, $1/4$; canal, $1/3$; bourrelets un peu saillants; sillons bien marqués. Valve droite plane; bord lisse ou denticulé au crochet. Impression musculaire ovale-oblique, au centre de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale : $0^m,035$.

Hauteur dorso-abdominale : $0^m,065$.

Calcaire à Astéries : Blaye, Plassac, Berson, Peyrelevade près Saint-André de Cubzac, Saint-Macaire, Haux, Tizac-de-Curton, Landeroy et Saint-Laurent-de-Servol près Pellegrue, Saint-Michel-la-Rivière (Gironde), la Rouquette, Saint-Michel-de-Montaigne (Dordogne). Faluns bleus à *Natica crassatina* : Gaas (Laudes).

19. *O. CYMBULA*, Lamk. Deshayes, *Coq. Paris*, pl. LIII, fig. 2-4. (*O. flabellula*, d'Arch., Delbos, *O. multicostata*, Raulin, d'Orb., Delbos.)

Test peu épais. Coquille semi-circulaire à bord anal droit, pointue au crochet. Valve gauche profonde, 50 plis égaux aux intervalles; adhérence petite, bord plissé; crochet, $1/6$, un peu incliné en arrière; canal, $1/3$; bourrelets saillants, déprimés; sillons profonds se prolongeant sur la valve par une série de points. Valve droite plane, denticulée sur tout son pourtour. Impression musculaire ovale-pointue, au centre de la moitié postérieure.

Largeur bucco-anale : $0^m,025$.

Hauteur dorso-abdominale : $0,040$.

Étage nummulitique moyen : Biarritz. Sables de Royan : Saint-Palais (Charente-Inférieure).

20. *O. PRODUCTA*, nob. (*O. cyathula*, Hébert et Renevier).

Test peu épais. Coquille ovale, prolongée en son bord ano-abdominal, ou arquée. Valve gauche, portant de 50 à 55 plis dichotomes, égalant les intervalles; surface d'adhérence, $1/4$ à $1/3$; bord plissé; crochet pointu, $1/5$, incliné ordinairement en arrière; canal profond, $1/2$; bourrelets saillants; sillons profonds. Valve droite convexe ou gibbeuse, denticulée au crochet ou sur tout son pourtour. Impression musculaire atténuée postérieurement un peu au-dessus du centre de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale : 0^m,02 à 0^m,04.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,025 à 0^m,06.

Falun de Mérignac : Martillac, Léognan, la Réole, Léogeats, Sauternes, Bazas, Saucats (Gironde), Saint-Avi, Saint-Sever (Landes).
Falun de Saucats : Canéjan (Gironde).

21. *O. CUBITUS*, Desh., *Coq. Paris*, pl. XLVII, fig. 42-45.

Test peu épais. Coquille courbée en arc postérieurement, et atténuée en son bord ano-abdominal. Valve gauche offrant de 40 à 45 plis dichotomes, plus étroits que les intervalles; adhérence, 4/3; bord fortement plissé, et comme déchiré à l'extrémité abdominale, ponctué sur la plus grande partie de son pourtour; crochet pointu, 4/5, renversé en arrière; canal profond, 4/3; bourrelets saillants, sillons profonds et ponctués. Valve droite plus petite, denticulée tout autour. Impression musculaire de la valve gauche, demi-circulaire, au tiers supérieur de la moitié anale.

Longueur bucco-anale : 0^m,023.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,040.

Calcaire grossier : Blaye (Gironde).

22. *O. FOVEOLATA*, Eichw., *Leth. Ross.*, pl. III, fig. 16 (*O. Cyathula*, Defr., *O. flabellata*, Bast.).

Test peu épais. Coquille prolongée en son bord ano-abdominal. Valve gauche à 35-40 plis plus étroits que les intervalles; adhérence variable; bord un peu plissé; crochet pointu, 4/6, ordinairement incliné en arrière; canal profond, 4/2; bourrelets saillants; sillons profonds. Valve droite convexe, bord lisse ou denticulé au crochet. Impression musculaire ovale-pointue, au milieu de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale : 0^m,025 à 0^m,050.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,035 à 0^m,065.

Falun de Léognan : Gradignan, Costas, Léognan, Saucats, le Haillan (Gironde). Falun de Mérignac, variété plus petite : Léognan, Bazas (Gironde), Roquefort, Saint-Justin (Landes), Nérac, Lusignan-le-Grand, Saint-Julien-de-Fargues, Sos (Lot-et-Garonne).

23. *O. FRONDOSA*, M. de Serres, *Geogn.*, pl. V, fig. 5, 6 (*O. Cymbula*, Bast., *O. edulina*, Grat.).

Test peu épais. Coquille ovale-arrondie. Valve gauche à 35-40 côtes plus larges que les intervalles; adhérence ordinairement grande; crochet, 4/10; canal profond, 4/3; bourrelets saillants; sillons profonds. Valve droite convexe; bord lisse, denticulé au crochet. Impression musculaire située au milieu, mais un peu dorsale.

Longueur bucco-anale : 0^m,07.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,08.

Falun de Léognan : Léognan, Saint-Médard-en-Jalle (Gironde).
Falun de Mérignac : Saint-Paul (Landes).

24. *O. FLABELLULA*, Lamk. Desh., *Coq. Paris.*, pl. LXIII, fig. 5-7.

Test peu épais. Coquille étroite, courbée en arc. Valve gauche à 25 plis plus larges que les intervalles, dichotomes; adhérence, $4/10$ environ; bord peu sinueux, ponctué au crochet; crochet, $4/7$, droit; canal, $1/2$; bourrelets saillants; sillons profonds. Valve droite plane, bord denticulé au crochet. Impression musculaire ovale allongée, au tiers cardinal et au tiers postérieur.

Longueur bucco-anale : $0^m,025$.

Hauteur dorso-abdominale : $0^m,055$.

Calcaire grossier inférieur : Royan, Saint-Palais (Charente-Inférieure).

25. *O. CYATHULA*, Lamk. Desh., *Coq. Paris.*, pl. LIV, fig. 1-2.

Test épais. Coquille ovale. Valve gauche profonde, à 25 plis, égalant à peine les intervalles; adhérence assez grande; bord presque lisse; crochet droit ou un peu infléchi en arrière, $1/4$; canal bien prononcé, $1/3$. Bourrelets un peu saillants; sillons bien marqués. Valve droite plane; bord lisse au crochet. Impression musculaire ovale, oblique, au centre de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale : $0^m,028$,

Hauteur dorso-abdominale : $0^m,035$.

Calcaire à Astéries : Tizac-de-Curton (Gironde).

26. *O. RUGATA*, nob.

Test peu épais. Coquille ovale, un peu prolongée en son bord ano-abdominal. Valve gauche à 25 côtes, peu et irrégulièrement saillantes, comme noduleuses; adhérence, $1/4$; bord un peu sinueux; crochet droit ou courbé, $1/6$ à $1/8$; canal profond, $1/2$; bourrelets saillants; sillons profonds. Valve droite convexe, un peu denticulée au crochet. Impression musculaire ovale atténuée, au centre de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale : $0^m,045$.

Hauteur dorso-abdominale : $0^m,060$.

Falun de Léognan : Léognan, Saucats (Gironde). Terrain pliocène inférieur : Salles (Gironde).

27. *O. CANTERIATA*, nob.

Test épais. Coquille ovale, à bord anal droit. Valve gauche à 25 côtes un peu anguleuses, plus larges que les intervalles; adhérence grande, $1/5$ ou plus; bord à peine sinueux; crochet, $1/5$, un peu incliné en arrière. Canal peu profond, $1/2$, peu distinct des bourrelets saillants; sillons profonds. Valve droite inconnue. Impression musculaire demi-circulaire, au milieu de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale : $0^m,035$.

Hauteur dorso-abdominale : $0^m,055$.

Terrain pliocène inférieur : Sort (Landes).

28. *O. PUNCTIFERA*, nob.

Se distingue de la précédente par son bord ponctué sur la plus grande partie de son pourtour.

Longueur bucco-anale : 0^m,05.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,075.

Calcaire à Astéries : Carrière de Garans, à Gâas (Landes). Terrain pliocène inférieur : Mont-de-Marsan, Saubrigues (Landes).

Section VI. — *CORNU COPÆ*. Des côtes à la valve gauche; valve droite lisse.29. *O. RUDICULA*, nob.

Test peu épais. Valve gauche à 45 côtes arrondies; adhérence médiocre; bord sinueux; crochet large, un peu infléchi en arrière, 1/5, profondément excavé; canal très peu profond, 1/3; bourrelets peu saillants; sillons profonds. Valve droite bombée, denticulée sur tout son pourtour. Impression musculaire ovale, au milieu de la moitié anale.

Longueur bucco-anale : 0^m,035.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,055.

Calcaire de Bourg : Peyrelevade, à Saint-André-de-Cubzac (Gironde). Marnes bleues du calcaire à Astéries de Gâas (Landes). Falun de Léognan : Beaupuits, Nérac (Lot-et-Garonne).

30. *O. SACCELLUS*, Dujardin, *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 272. *O. unclatu*, var. *b* (pars.), Goldf., *Petref.*, pl. LXXVIII, fig. 2.

Test assez épais. Coquille allongée, spatulée. Valve gauche profonde, à 12 à 15 grosses côtes se multipliant par interposition; surface d'adhérence variable, ordinairement petite; bord très sinueux, ponctué au crochet; crochet profondément excavé, droit, 1/3 à 2/5; canal assez peu profond; bourrelets plats et distincts; sillons profonds; expansions assez développées. Valve droite operculiforme, denticulée sur une partie de son pourtour. Impression musculaire arrondie, aux trois cinquièmes inférieurs et dans la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale, 0^m,043.

Hauteur dorso-abdominale, 0^m,075.

Falun de Saucats : Saucats, Cestas (Gironde). — Falun de Méziac : Cestas (Gironde), Saint-Paul (Landes); terrain pliocène inférieur : Manciet (Gers).

Section VII. — *UNDAÆ*. Des côtes arrondies aux deux valves.31. *O. MARTINSII*, d'Arch., *Mém. Soc. géol.*, 2^e sér., t. III, pl. XIII, fig. 25 (*O. sinuata*, Grat. in Dufrenoy).

Test assez épais. Coquille ovale. Valve gauche presque lisse au centre, présentant 25 grosses côtes irrégulières au bord; adhérence,

$\frac{1}{2}$ au plus; bord un peu ondulé; crochet peu ou point excavé, $\frac{1}{5}$; gouttière, $\frac{2}{5}$, peu profonde; bourrelets plats; sillons ponctués. Valve droite presque aussi profonde, présentant la même ornementation; bord réfléchi, un peu ridé au crochet; canal médian peu profond. Impression musculaire au tiers supérieur de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale : 0^m,065.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,090.

Terrain nummulitique : Biarritz (Basses-Pyrénées). Calcaire à Astéries : Garans, commune de Gaus (Landes).

32. *O. UNDATA*. Lamk., *Anim. sans vert.*, VI, p. 247, non var. *b*, Bast., Desh., Des Moulins, in Dufrénoy, d'Orb.

Test un peu épais. Coquille ovale-allongée. Valve gauche à environ 12 grosses côtes plus étroites que les intervalles, écailleuses par suite du relèvement des lamelles d'accroissement; adhérence petite; bord un peu ondulé, ridé au crochet; crochet non excavé, $\frac{1}{4}$; canal, $\frac{2}{5}$, assez profond, se prolongeant sur la valve (comme dans l'*O. gigantea*); bourrelets plats; sillons presque nuls. Valve droite semblable à l'extérieur, à bord réfléchi; canal peu profond. Impression musculaire arrondie au milieu de la moitié postérieure.

Longueur bucco-anale : 0^m,07.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,12.

Falun de Mérignac : Sainte-Croix-du-Mont, Bazas, Léogéats, Haux (Gironde), Saint-Avit (Landes).

33. *O. SQUARROSA*. Marcel de Serres, *Ann. sc. nat.*, 2^e sér., t. XX, pl. III, fig. 4 (*pessima*).

Test épais. Coquille arrondie ou subquadrangulaire. Valve gauche à côtes irrégulières, plus étroite que les intervalles, dichotomes, au nombre de 12 à 15 au bord, écailleuses ou noduleuses; adhérence petite; bord ondulé, ridé au crochet; canal, $\frac{1}{3}$, peu profond, se prolongeant sur la valve; bourrelets saillants, plats; sillons profonds. Valve droite plane, à côtes moins régulières et moins écailleuses. Bord réfléchi. Surface ligamentaire oblique sur le plan de la valve, semblable à celle de la valve gauche. Impression musculaire arrondie, subcentrale.

Longueur bucco-anale : 0^m,07.

Hauteur dorso-abdominale : 0^m,06.

Falun de Saucats : Saucats (Gironde).

En outre des 33 espèces que nous venons de décrire, il y en a quelques autres qui ont été indiquées et dont nous n'avons pu nous faire une idée. Telles sont les 4 espèces, principalement des Corbières, désignées par Tallavignes (*Bull.*, 2^e sér., t. IV, 1144), dont les noms d'*Ostrea Wisigotharum*, *O. Frecheti*, *O. Rollandi* et *Gryphæa Dufrenoyi*. L'examen de la collection de Tallavignes, ou des recherches dans les localités qu'il indique pour chacune des espèces, pourraient seuls amener à reconnaître à quelles espèces il a fait allusion. Comme ces

espèces sont du système alaricien, qui appartient en grande partie au terrain crétacé, nous n'avons guère à nous en occuper ici. Il se pourrait, pourtant, que l'*O. Frecheti* d'Aurignac fût l'*O. crepidula*, qui y est abondante. Telles sont les deux espèces de Biarritz, comparées par M. d'Archiac à l'*O. palliata*, Goldf. (*Mém.*, 2^e sér., t. II, p. 213), et à l'*O. caudata*, Munst., Goldf. (*Id.*, t. III, p. 440). Tels sont enfin les trois échantillons de Bos d'Arros, près de Pau, figurés par M. Al. Rouault (*Id.*, t. III, pl. XIV, fig. 22-24).

Nous terminerons cet extrait par un tableau de la distribution des espèces dans les différentes assises, tant du bassin hydrographique de l'Adour que de celui de la Gironde; la fréquence ou la rareté des espèces y sont indiquées au moyen des lettres conventionnelles.

OSTREA DES TERRAINS TERTIAIRES DE L'AQUITAINE.		Terrain rare et numé- rique.		Terrain récène infé- rieur.	Calcaire à Astéries.	Terrain miocène.						
		Étage inférieur.	Étage moyen.	Étage supérieur.	Sabl. de Royan.	Calc. de Maye.	Calc. de Bony.	Calc. de St-Mac.	Fal. de Lavogant.	Fal. de Sorcous.	Falun de Bazas.	Terrain pliocène inférieur.
VESICULARES . . .	1. <i>Vesicularis</i> , Lamk.	c	c	rr								
	2. <i>Hippopodium</i> , Nils.	cc	c	c			rr					
	3. <i>Pyrenatica</i> , d'Orb.		ar	c								
	4. <i>Subgigantea</i> , Nob.						rr					
	5. <i>Subdeltoidea</i> , Munst.								rr	rr	r	
LATERALES . . .	6. <i>Cochlearia</i> , Lamk.						r					c
	7. <i>Neglecta</i> , Michelotti.									cc		c
	8. <i>Longicauda</i> , d'Arch.		rr	r								
VIRGINICÆ . . .	9. <i>Lateralis</i> , Nils.	r	r	r								
	10. <i>Callifera</i> , Lamk.	r	r	r								
EDULES	11. <i>Crepidula</i> , Desh.		c		r	ac	r					
	12. <i>Longirostris</i> , Lamk.					cc						c
FLABELLULÆ . . .	13. <i>Lamellosa</i> , Broc.									r	cc	c
	14. <i>Crispata</i> , Goldf.									r	y	c
	15. <i>Lamellosa</i> , Broc.									r		
CORNU COPIÆ . . .	16. <i>Fimbriata</i> , Grat.						c					
	17. <i>Strictiplicata</i> , Nob.	cc										
	18. <i>Virgata</i> , Goldf.						c	cc				
	19. <i>Cymbula</i> , Lamk.		rr	c								
	20. <i>Producta</i> , Nob.									rr	cc	
	21. <i>Cabitus</i> , Desh.						rr					
	22. <i>Foveolata</i> , Eichw.								cc			cc
	23. <i>Froncosa</i> , Marc. de Serres.								r			r
	24. <i>Flabellula</i> , Lamk.			r								
	25. <i>Cyathula</i> , Lamk.							rr				
UNDATÆ	26. <i>Rugata</i> , Nob.								r			c
	27. <i>Canterinata</i> , Nob.											r
	28. <i>Punctifera</i> , Nob.											r
	29. <i>Rudicula</i> , Nob.						ar		rr			r
	30. <i>Saccellus</i> , Duj.									r	ar	r
	31. <i>Martinsii</i> , d'Arch.		r					cc				cc
	32. <i>Undata</i> , Lamk.											cc
	33. <i>Squarrosa</i> , Marc. de Serres.								rr			

M. Hébert fait la communication suivante :

Quelques renseignements nouveaux sur la constitution géologique de l'Ardenne française, par M. Éd. Hébert.

Il y a déjà près d'un demi-siècle que M. d'Omalus d'Halloy (1) est entré le premier dans l'étude du sol de l'Ardenne, et a distingué, sous le nom de *formation ardoisière*, la série des roches schisteuses et quartzenses qui forment la région montagneuse du S.-E., et, sous le nom de *formation bituminifère* ou *anthracifère*, le terrain qui borde la formation ardoisière au N.-O., et dans lequel le marbre succède à l'ardoise. Plus tard (2), M. d'Omalus rapprochait l'assise inférieure du terrain anthracifère du *vieux grès rouge* des Anglais, désigné depuis, par M. Élie de Beaumont, sous le nom de *poudingue de Burnot*.

En 1830, M. Rozet (3) partage la série des roches constituantes de l'Ardenne en trois groupes, dont il n'établit point les rapports avec les divisions de M. d'Omalus. Ces groupes sont : 1° à la base, les *schistes ardoisiers* que M. Rozet rapporte aux schistes d'Angers ; 2° au milieu, les *quartzites* et *psammites* associés à des poudingues, qu'il regarde, conformément à l'opinion de M. d'Omalus, comme représentant le *vieux grès rouge* des Anglais ; 3° à la partie supérieure, le système des *calcaires noirs ou gris*, qu'il assimile au *mountain limestone*.

M. Dumont (4), conservant la division principale établie par M. d'Omalus, reconnaît dans le *terrain anthracifère* quatre sys-

(1) *Essai sur la géologie du nord de la France* — *Journ. des mines*, t. XXIV, p. 123, 1808.

(2) *Mémoires pour servir à la description géologique des Pays-Bas, de la France et de quelques contrées voisines*, p. 170. Namur, 1828.

(3) *Notice géognostique sur quelques parties du département des Ardennes et de la Belgique*. — *Annales des sciences naturelles*, 4^{re} série, t. XXIX, p. 143, 1830.

(4) *Mémoire sur la constitution géologique de la province de Liège*, 1830.

tèmes superposés : *quartzo-schisteux inférieur, calcaireux inférieur, quartzo-schisteux supérieur, calcaireux supérieur.*

Lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique à Mézières en 1835, M. Buckland (1), en présence de M. Dumont, fait, entre la classification du savant géologue belge et celle adoptée en Angleterre, le rapprochement suivant : le *terrain ardoisier* est le *système cambrien* ; le *système calcaireux inférieur* et les deux *systèmes quartzo-schisteux* qui l'embrassent représentent le *système silurien supérieur* plus les *grès de Caradoc*, et le *système calcaireux supérieur* est l'équivalent du *calcaire carbonifère*, le vieux grès rouge manquant dans l'Ardenne.

On voit que cette classification ne ressemble à celle de M. Rozet que par la limite supérieure, et encore M. Rozet mettait-il tout le calcaire au même niveau, tandis que le calcaire inférieur était silurien pour M. Buckland.

Un an plus tard M. Dumont, continuant ses laborieux et remarquables travaux, divise (2) en trois *systèmes* le terrain ardoisier, et en trois *étages* le système inférieur du terrain anthracifère. Les schistes de Mondrepuis (Aisne), cités pour leurs fossiles dans une région qui en contient si peu, se trouvent alors (3) classés par M. Dumont dans le système supérieur du terrain ardoisier. Ces schistes font en effet, sur la petite carte qui accompagne la note de M. Dumont, partie d'une bande mince, dirigée de l'O. à l'E. et passant un peu au N. d'Hirson, que M. Dumont plaçait alors à la partie supérieure du terrain ardoisier.

C'est M. Thorent qui, en 1839 (4), a séparé nettement les schistes fossilifères de Mondrepuis du *terrain ardoisier*, pour les rapprocher des grès d'Anor et en faire la base du *système quartzo-schisteux inférieur*. Ce rapprochement a été plus tard adopté par M. Dumont, lorsque les schistes de Mondrepuis ont fait partie du *système gedinien*, et les grès d'Anor du *système coblenzien*, et que ces deux systèmes sont entrés dans la constitution du *terrain rhénan*. M. Thorent considérait d'ailleurs, comme le faisait alors M. Dumont, le *système quartzo-schisteux inférieur* comme l'équivalent du *grès de Caradoc*, et le *système calcaireux inférieur* comme synchronique du *calcaire de Dudley et de Wenlock*.

(1) *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 1^{re} sér., t. VI, p. 354, 1835.

(2) *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 1^{re} sér., t. VIII, p. 77, 1836. — *Bull. de l'Acad. roy. de Bruxelles*, t. III, p. 330.

(3) *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, loc. cit., p. 80.

(4) *Mémoires de la Soc. géol. de Fr.*, 1^{re} sér., t. III, p. 243.

Cette question, attaquée presque exclusivement, pour les assises inférieures, par la stratigraphie, et qui amenait ainsi à des résultats si compliqués, était en effet hérissée de grandes difficultés ; et, se présentant dans cet état aux auteurs de la *Carte géologique de la France*, on ne doit point s'étonner qu'ils ne se soient point prononcés sur l'âge du terrain ardoisier ; et cependant déjà M. Élie de Beaumont (1) signalait une ressemblance frappante entre les schistes et quartzites formant la partie supérieure du terrain ardoisier et ceux de Bingen, qui, d'abord considérés comme siluriens, ont été depuis reconnus dévoniens.

Quant au terrain anthracifère, les fossiles plus nombreux et plus déterminables permirent à M. Murchison d'établir, en 1840 (2), que les trois divisions inférieures de ce terrain devaient être comprises dans le système dévonien, et que la division supérieure correspondait au calcaire carbonifère, ce qui venait confirmer la classification de M. Rozet. Adoptée, l'année suivante, dans l'*Explication de la carte géologique de la France* (3), cette classification est devenue définitive et personne ne l'a contestée depuis.

La partie supérieure du terrain ardoisier était silurienne pour M. Murchison (4), qui cite Houffalise et Martelange, localités fossilifères de ce terrain, appartenant alors, comme Mondrepuis, au système supérieur du terrain ardoisier de M. Dumont.

M. d'Archiac, dans la *Description géologique du département de l'Aisne* (5), se conforme à l'opinion de M. Murchison pour les assises rapportées aux systèmes dévonien et silurien. A l'exemple de M. Thorent, il sépare nettement les schistes ardoisiers non fossilifères avec quartzites des schistes de Mondrepuis, et il exprime cette séparation en se servant pour la désigner du terme de système cambrien, déjà appliqué par M. Thorent au même ensemble de couches.

M. Dumont donne, en 1847 (6), son grand mémoire sur les terrains ardennais et rhénan. Il trace d'une manière sûre les limites des groupes naturels auxquels il réserve le nom de terrains, et alors le terrain ardoisier, dont la limite supérieure était restée

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. I, p. 265, 1844.

(2) *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1^{re} sér., t. XI, p. 237, 1840.

(3) *Expl. de la carte géol. de la Fr.*, t. I, p. 735, 1844.

(4) *Loc. cit.*, p. 244.

(5) *Mém. de la Soc. géol. de Fr.*, 1^{re} sér., t. V, p. 353, 1843.

(6) *Mém. de l'Acad. roy. de Bruxelles*, t. XX, 1847.

indécise (1), se trouve, en remontant cette limite d'une quantité assez notable, partagé en deux terrains distincts : 1° le *terrain ardennais*, qui ne comprend plus que la masse où les schistes ardoisiers dominent ; 2° le *terrain rhénan*, formé de schistes non ardoisiers, de psammites et de quartzites. C'est là du moins la composition de ces deux terrains dans l'Ardenne française.

Enfin la carte géologique de Belgique, publiée en 1853, complète la classification de M. Dumont, qui est la suivante :

	Terrain anthracifère .	}	Système houiller.	
			—	condrusien.
			—	eifelien.
	— rhénan.	}	—	ahrien.
			—	coblentzien.
			—	gédinien.
	— ardennais . . .	}	—	salmien.
			—	revinien.
			—	devillien.

On regrette que la ligne de démarcation, si nettement établie partout et si généralement admise entre le terrain carbonifère et le terrain dévonien, disparaisse dans cette classification. Elle se trouve en effet au milieu du système condrusien, et est ainsi reléguée au rang des lignes de troisième ordre ; mais il est inutile d'insister sur ce point sur lequel tous les géologues sont aujourd'hui bien fixés. Généralement aussi on considère le *terrain ardennais*, malgré l'absence presque complète de corps organisés, comme appartenant à l'époque silurienne. Mais l'incertitude la plus grande règne encore sur la limite inférieure du terrain dévonien.

M. Dumont, en tête de son mémoire sur le terrain ardennais, dit bien, il est vrai, que le terrain rhénan correspond au *terrain*

(1) Il est facile de voir en comparant la petite carte de M. Dumont, insérée dans le tome VIII du *Bull. de la Soc. géol. de Fr.* (1836), à la grande carte géologique de Belgique, que dans l'Ardenne française, que je considère seule, la limite supérieure du *terrain ardoisier* correspond à la limite supérieure du *système gédinien*, et que les régions qui font aujourd'hui partie des *systèmes coblentzien* et *ahrien* appartaient alors au *système quartzo-schisteux inférieur*, et qu'ainsi les terrains ardennais et rhénan ne sont pas uniquement des portions de l'ancien terrain ardoisier, comme cela semblerait résulter de la lecture de l'*Introduction* placée par M. Dumont en tête de son mémoire.

dévonien inférieur; mais cette phrase est seule, et aucun fait, aucune considération n'est énoncée à l'appui, ni dans le mémoire sur le terrain ardennais, ni dans celui relatif au terrain rhéna. Seulement, d'après les fossiles cités, il est facile de voir que le système coblentzien et par suite le système alrien font en effet partie du terrain dévonien inférieur.

M. d'Omalius d'Halloy (1) rapporte que M. de Koninck appelle *terrain dévonien inférieur* le *terrain rhéna* de M. Dumont, mais rien n'indique le système auquel appartiennent les fossiles dont M. de Koninck a dressé la liste.

Aussi, bien qu'on dût penser que ce n'était pas sans de fortes raisons que M. Dumont avait détaché du terrain ardoisier les assises dont il avait fait la base de son terrain rhéna, et qu'il devait y avoir là une ligne de démarcation tranchée, a-t-on généralement classé les deux systèmes supérieurs du terrain rhéna dans le dévonien; le système gédinien a été laissé dans le terrain silurien. C'est ainsi que dans *Siluria* (2), M. Murchison n'a pas cru devoir comprendre ce système dans le terrain dévonien, et dans ce bel ouvrage destiné à montrer l'accord des divers groupes paléozoïques envisagés pour ainsi dire dans toutes les parties du globe, l'Ardenne fait seule exception, et la ligne qui sépare le terrain rhéna du terrain ardennais, ligne de démarcation de premier ordre, vient se placer en face de la partie moyenne du terrain silurien supérieur, tandis que la base du terrain dévonien de tous les autres géologues vient se placer entre les systèmes gédinien et coblentzien de M. Dumont, qui ne sont que des subdivisions du terrain rhéna.

On me pardonnera cette revue historique, qui m'a paru nécessaire à la clarté du sujet. Il en résulte en effet qu'aujourd'hui les différences entre la classification de M. Dumont et celle plus généralement admise des autres géologues sont purement nominales, à l'exception des assises comprises sous le nom de *système gédinien*, considérées par les paléontologues comme ayant une faune silu-

(1) *Abrégé de géologie*, p. 552, 4853. — Voir aussi *Bull.*, 2^e sér., t. VII, p. 367, où M. Delanoue cite cette opinion pour la combattre, et, en effet, dans le tableau comparatif qui accompagne sa note, M. Delanoue place le *terrain rhéna* tout entier dans le *terrain silurien*. M. Delanoue a reproduit cette classification dans le vol. IX, p. 400 (1852), dans une intéressante notice sur le Boulonnais. Toutefois, dans le tirage à part de cette notice, M. Delanoue, modifiant son opinion, a adopté celle de M. de Koninck.

(2) Murchison, *Siluria*, p. 382, 4854.

rienne, tandis que M. Dumont, au point de vue stratigraphique, les rattache à des assises essentiellement dévoniennes.

Il m'a paru intéressant de visiter la partie de l'Ardenne qui pouvait surtout fournir quelque lumière sur cette question. Cette partie est évidemment la région qui s'étend d'Hirson à Avesnes. Cette excursion un peu rapide m'a cependant fourni quelques renseignements utiles que je sou mets à la Société.

A 4 kilomètres au N. d'Hirson, et à 500 mètres à l'E. de l'église de Mondrepuis, sur le chemin qui conduit à la *trouée d'Anor*, se trouve une petite carrière ouverte dans des schistes verts. Les fossiles ne sont pas rares dans cette localité; certains lits en sont remplis, et c'est en cherchant à montrer à quelques élèves qui m'accompagnaient la direction de la stratification et son indépendance de la schistosité, que ces lits fossilifères nous ont apparu et ont ainsi servi d'argument stratigraphique.

Nous avons suivi la région ardoisière depuis Mézières jusqu'au delà de Rimogne. Au Tremblois, la route de Rocroy nous avait donné une très belle coupe de schistes et quartzites appartenant au terrain ardoisier. Au premier abord la différence minéralogique très grande de ce système et de celui de Mondrepuis nous disposa à admettre la ligne de démarcation tracée par M. Dumont, et précédemment par M. Thorent. Bien que les fossiles soient assez abondants dans les schistes de Mondrepuis, les espèces n'y sont pas nombreuses. Il est vrai de dire que nous n'avions que peu de temps à employer à cette recherche. Certaines espèces me parurent avoir de l'analogie avec des espèces dévoniennes que j'avais vues, en 1850, à Néhou (Manche), et ces rapprochements ont été confirmés par une étude plus sérieuse.

Pour les crustacés, que M. Barrande a bien voulu examiner, les espèces recueillies appartiennent aux genres *Dalmanites* et *Homalonotus*. Aucun débris de *Catymene*, de *Trinucleus*, d'*Asaphus*, ne s'est offert à nous. Certains lits sont littéralement couverts de *Cypridines* de la grosseur d'une tête d'épingle, et appartenant à plusieurs espèces.

Nous avons recueilli six espèces de mollusques.

1° Des empreintes d'une grande coquille bivalve, ridée, qui est évidemment celle citée par M. Thorent (1) sous le nom d'*Uta*, et par M. d'Archiac (2) sous celui de *Cypricardia*, me paraissent se rapporter parfaitement à la *Grammysia Hamiltonensis*, de Vern.

(1) *Loc. cit.*, p. 257.

(2) *Loc. cit.*, p. 356.

de Néhou, des bords du Rhin et du dévonien d'Amérique. Aucune coquille analogue ne se trouve dans le silurien.

2° Un *Spirifer* très commun, voisin du *S. sulcatus*, Dalm., qui pourrait bien être celui que M. d'Archiac a rapporté avec doute au *S. octoplicatus*, Sow., mais qui en diffère certainement, et est, au contraire, assez voisin d'une petite espèce très commune à Néhou et à Viré.

3° *Spirifer micropterus?*, Goldf., de la grauwacke d'Ems.

4° *Chonetes sarciulata*, très commune à Mondrepuis, mais mal conservée, et qui appartient au dévonien inférieur des bords du Rhin.

Deux autres espèces appartiennent au genre *Orthis*, mais ne sont pas, pour moi du moins, susceptibles de détermination. Enfin une Tentaculite qu'il m'est impossible de distinguer du *T. ornatus*, Murch., du silurien supérieur d'Angleterre; mais ce rapprochement ne saurait encore être considéré comme certain, n'ayant eu à ma disposition que la description et le dessin du *T. ornatus*, et même, s'il fallait s'en rapporter au dessin, notre espèce serait différente.

Il y a quelque raison de penser que les espèces que j'ai eues à examiner sont les mêmes que celles qui figurent dans la liste de M. d'Archiac, car la série d'échantillons de Mondrepuis donnés par M. Thorent à la Société géologique à l'appui de son mémoire, ne renferme, avec quelques-unes des espèces recueillies par nous, qu'un très bel exemplaire d'un crinoïde, *Asterias constellata*, Thorent (1) [*Cœlaster*, d'Orb. (2)].

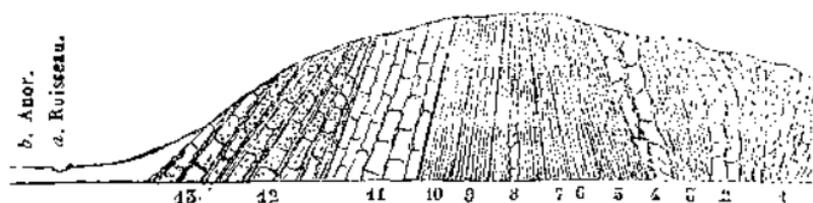
Ainsi, de cette étude, il résulte, pour moi, la conviction que les fossiles de Mondrepuis ne sauraient en aucune façon être un argument pour placer les schistes gédiniens dans le terrain silurien. Au contraire, on y trouve quelques espèces éminemment caractéristiques jusqu'ici du terrain dévonien inférieur.

Le système des schistes gris verdâtres de Mondrepuis se prolonge du côté d'Anor, où ils se trouvent recouverts par un système schisto-quartzeux très distinct, et que M. Dumont a appelé système coblentzien : c'est la partie moyenne du terrain rhénan. Les carrières de Rue d'Hirson, à Anor, et une grande et belle tranchée nouvellement faite à l'entrée du village, nous ont permis de faire une étude assez complète de cette série de roches.

(1) *Mém. de la Soc. géol.*, t. III, p. 259, pl. 22, fig. 7.

(2) *Prodr.*, t. I, p. 454, n° 900. — Cette espèce se trouve là, par erreur, dans le terrain carbonifère.

Tranchée de la route d'Anor à Rue d'Hisson.



Les couches représentées dans ce diagramme sont dirigées environ E. 15° N. à O. 15° S. Leur inclinaison est très variable, et figurée aussi exactement que possible.

Les assises se succèdent par ordre d'ancienneté, suivant la série ascendante des chiffres affectés aux diverses couches.

N ^o 1.	Schistes verts assez semblables à ceux de Mondrepuis, avec quelques lits quartzeux. Épaisseur	mètres. 6,00
2.	Grès contournés alternant avec quelques lits minces de schistes.	1,00
3.	Schistes verts.	4,00
4.	Grès argileux jaunâtre.	2,00
5.	Schistes verts.	3,00
6.	Schistes terreux et sableux.	1,50
7.	Schistes verdâtres.	3,00
8.	Schistes avec grès contournés.	3,00
9.	Schistes.	2,00
10.	Argiles.	2,00
11.	Grès blancs ou grès et sables jaunâtres, bien stratifiés. (Système exploité dans les carrières de Rue d'Hisson).	8,00
12.	Marnes grisâtres et grès rouges (partie supérieure des carrières de Rue d'Hisson).	10,00
13.	Marnes avec grès gris.	5,00
Épaisseur totale approximative.		53,50

La portion de cette coupe qui regarde le sud, c'est-à-dire celle qui est du côté de Mondrepuis (n^{os} 1 à 9), diffère assez notablement dans son ensemble de la portion septentrionale (n^{os} 10 à 13). L'une est évidemment métamorphique, l'autre a tous les caractères des terrains récents; les grès, les sables et les argiles ne diffèrent pas des assises de même nature minéralogique du bassin de Paris. Néanmoins la succession d'une assise à l'autre se fait par degrés tellement insensibles, que la série entière doit être évidemment considérée comme formant un même tout, qui porte sur la carte géologique de M. Dumont la teinte du système coblentzien. Il en

est de même des schistes verts, très puissants, coupés à la sortie d'Anor par le chemin d'Ohain, sur une épaisseur de plus de 60 mètres. Cette coupe nouvelle paraît se rattacher à la partie inférieure de la précédente, dont elle n'est distante que de 400 mètres. Les schistes y sont à peu près entièrement exempts de bancs quartzeux; nous y avons constaté la présence d'*Orthis* ou de *Chonetes*.

Les carrières de *Rue d'Hirson*, situées à 500 mètres de la tranchée de la descente d'Anor, en allant sur Mondrepuis, sont ouvertes dans les assises n^{os} 11 et 12 de la coupe ci-dessus. Les couches sont toutefois beaucoup plus développées; mais elles y ont la même direction; elles plongent au N.-O. de 45° environ, comme l'avaient constaté M. Delanoüe (1) et les membres de la Réunion extraordinaire de la Société géologique, en septembre 1853 (2). Elles donnent un nouvel exemple des nombreux plissements qui les affectent, et qui ne sont, en ce point, aucunement sensibles à la surface du sol, car de la descente d'Anor aux carrières la route est parfaitement horizontale.

Voici le détail des couches exploitées.

Carrière de Rue d'Hirson.



- N^{os} 1. Grès rougeâtres sans fossiles.
 2. Argile.
 3. Grès gris blanchâtre.
 4. Argile.
 5. Grès gris très coquillier.

- N^{os} 6. Sable gris jaunâtre.
 7. Grès gris.
 8. Argile.
 9. Grès rouge.
 10. Argiles rouges.

Les fossiles sont excessivement abondants dans ces bancs de grès, à l'état de moules ou d'empreintes; mais ces empreintes sont tellement bien conservées, que la détermination n'offre aucune difficulté.

Jusqu'ici on ne connaissait du système coblentzien de l'Ardenne française que deux espèces citées par M. Delanoüe (3), *Spirifer*

(1) *Bull.*, 2^e sér., t. VII, p. 365, 1850.

(2) *Bull.*, 2^e sér., t. X, p. 625, 1853.

(3) *Bull.*, 2^e sér., t. VII, p. 365, 1850.

macropterus, Rœmer, et *Leptaena Murchisoni*, de Vern. et d'Arch., d'après les déterminations de M. de Verneuil. Nous y en avons recueilli une quinzaine, parmi lesquels, grâce à M. de Verneuil qui, avec son obligeance habituelle, a bien voulu déterminer les fossiles dévoniens et carbonifères recueillis dans cette excursion, on peut citer :

NOMS DES ESPÈCES.	ABONDANCE.	LOCALITÉS où ces fossiles se retrouvent.
1. <i>Avicula lamellosa</i> (Goldf., sp.)	ar	Grauwacke des bords du Rhin.
2. <i>Avicula</i> , voisine de <i>A. spinosa</i> , Phill., et de <i>A. costata</i> , Goldf. Très voisine aussi d'une espèce commune à Vivé.	ac	Néhou (Manche).
3. <i>Leptaena Murchisoni</i> , de Vern. et d'Arch.	ac	Le Rhin, Néhou, etc.
4. <i>Terebratula Orbignyana</i> , de Vern.	ac	Espagne.
5. <i>T. undata</i> , Defs.	ac	Néhou, Rhin, Espagne, etc.
6. <i>T.</i> sp. nov. Espèce globuleuse, à gros plis.	r	Néhou.
7. <i>T. Oliviani?</i> , de Vern. (1).	ac	Espagne.
8. <i>Spirifer macropterus</i> (Goldf., sp.), d'Arch. et de Vern.)	c	Rhin, Espagne, etc.
9. <i>S.</i> variété de l'espèce précédente, dans laquelle non-seulement le pli médian, mais aussi des plis latéraux, se bifurquent.	r	
10. <i>Chonetes sarxinulata</i> (Schloth., sp.), de Vern.	ac	Rhin, Espagne, etc.

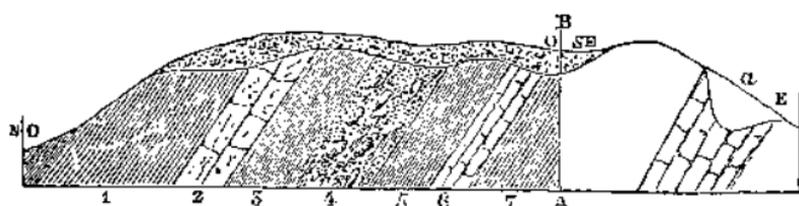
Ainsi, les espèces les plus communes des grès d'Anor sont aussi celles qui se trouvent le plus abondamment, soit dans la grauwacke des bords du Rhin, soit dans les assises dévoniennes de Néhou (Manche).

D'autre part, si l'on considère combien ces grès sont intimement unis par des alternances avec des schistes qui semblent passer aux schistes de Mondrepuis, connexion que M. Dumont a bien sentie quand il a détaché ces schistes de la partie supérieure du terrain ardoisier pour en faire la base du terrain rhénan; si l'on se rappelle que les fossiles de Mondrepuis sont dévoniens, on n'hésitera pas, quand même on se bornerait à envisager cette question uniquement en elle-même, à regarder le terrain rhénan en entier comme dévonien, et à reconnaître ainsi que M. Dumont était enfin arrivé à déterminer exactement la véritable limite inférieure du terrain dévonien de l'Ardenne. La certitude devient bien plus absolue quand on compare cette série de couches au terrain dévonien des autres contrées. A la première vue, j'ai, en effet, été frappé de la ressemblance extraordinaire du grès d'Anor

(1) Nos échantillons sont un peu plus circulaires.

et des couches qui l'avoisinent avec une série analogue dont j'avais eu occasion de relever la coupe en septembre 1850, sur la route de Saint-Sauveur-le-Vicomte à Bricquebec (territoire de Néhou), dans le voisinage des carrières de calcaire noir, si connues par leur richesse paléontologique. La nouvelle route traverse du S.-E. au N.-O. un petit mamelon qu'elle contournait auparavant, et les carrières de calcaire sont à droite, à mi-côte. Les couches plongent à peu près à l'O., sont dirigées perpendiculairement à la route, c'est-à-dire du S.-E. au N.-O., et laissent par conséquent les carrières derrière elles, comme l'indique approximativement le diagramme suivant, dans lequel, à partir de la ligne verticale AB, la coupe change de direction et est tracée de l'O. à l'E., de façon à rejoindre les carrières.

Coupe de la route de Bricquebec (Néhou).



- N^o 1. Schistes de diverses couleurs, noirs, jaunes, etc.
 2. Grès blanc grisâtre, assez épais, avec spirifers.
 3. Schistes bigarrés, souvent bruns, très micacés, ayant tous les caractères de la grauwacke des bords du Rhin, remplis de fossiles, *Homalonotus Forbesi*, Marie Rouault, *Grammysia Hamiltonensis*, de Vern., *Pleurodyctium problematicum*, etc.
 4. Sables ferrugineux, avec concrétions géodiques.
 5. Schistes micacés, bruns et bigarrés.
 6. Calcaire noir, bleuâtre, en bancs minces, peu épais et peu nombreux, identique avec celui des carrières.
 7. Schistes.
 a. Carrières de calcaire.

Les carrières de calcaire sont séparées de cette coupe par une faible distance; elles sont ouvertes dans le même mamelon; les couches y sont dirigées et plongent dans le même sens; il est donc certain que le calcaire est la partie inférieure de la série dévonienne de Néhou, comme d'ailleurs dans la Sarthe, où les calcaires des Courtoisiers sont inférieures aux schistes fossilifères de Viré.

La pluie qui tombait à torrents ne m'a pas permis de mesurer les épaisseurs des diverses assises; les plus minces ont 2 à 3 mètres; les schistes et les grauwackes, qui sont prédominants, ont

des masses beaucoup plus puissantes. D'ailleurs je ne faisais que traverser cette région, où je recherchais surtout alors les dépôts de l'époque crétacée. En se rendant des carrières à Néhou par la *Grimouzière*, on voit sortir de dessous les calcaires des schistes feuilletés, presque noirs, sans fossiles, qui plus loin, vers l'église de Néhou, plongent dans le sens opposé.

Les schistes n^{os} 1, 3, 5, 7, constituent ensemble un massif assez puissant, bien identique par ses caractères minéralogiques et ses fossiles avec la grauwacke du Rhin ; ils m'ont paru bien voisins des schistes d'Anor et de Mondrepuis. L'existence avec ces schistes, à Néhou et à Anor, de sables et de grès blancs, dont les caractères sont si différents de ceux des roches habituelles de ce terrain, et l'identité des fossiles de part et d'autre confirment avec le dernier degré d'évidence ce rapprochement. D'ailleurs, dans les grès d'Anor sont en abondance des fossiles du calcaire de Néhou, comme les grauwackes de Néhou renferment la *Grammysia Hamiltonensis* des schistes de Mondrepuis.

On conclura nécessairement de cette comparaison que le terrain rhénan tout entier, y compris le système *gédinien*, est l'équivalent de la série dévonienne de Néhou. Cette conclusion fait l'objet principal de cette communication. Toutefois, je demande la permission d'achever rapidement l'examen de la série des roches anciennes qui s'appuient sur l'Ardenne, ayant quelques faits nouveaux à signaler.

Le système ahrien et la partie inférieure du système eifelien, le poudingue de Burnot proprement dit, paraissent manquer dans cette partie de l'Ardenne, ou du moins n'y sont qu'à l'état rudimentaire. C'est l'opinion de M. Dumont qu'il a bien voulu m'exprimer tout récemment encore, et, en effet, il m'a été impossible de découvrir ces assises entre les grès d'Anor et les calcaires eifeliens de Glagcon et de Rocquigny. Entre Anor et ces deux dernières localités, les schistes et grès d'Anor affleurent fréquemment, et les seules couches plus élevées dans la série que nous ayons pu voir sont des schistes verts et violets, associés à des grès ferrugineux, qui sont coupés par une route nouvelle entre Fourmies et Vignehies, auprès du moulin de la *rue de la haut*. Ces schistes correspondent à ceux de Montigny-sur-Roc et de la vallée d'Angre, entre le poudingue de Burnot et les calcaires eifeliens d'Autreppes ; ils plongent à l'O. de 4° environ et viennent s'enfoncer sous les calcaires de Rocquigny, qui commencent par des lits minces de calcaire en rognons, ou en bancs intercalés dans les schistes. Ces premières assises sont fossilifères ; j'y ai recueilli :

- 1° *Bronteus Barrandei* (4), sp. nov.
 2° *Chonetes Pechoti*?, Marie Rouault.
 3° *Terebratula reticularis* (Linn., sp.), Brong.
 4° *Cyathophyllum Michelini*, Edw. et Haime (2).

Les calcaires de Glageon et de Rocquigny sont bien connus par les travaux de M. Elie de Beaumont (3) et de M. d'Archiac (4). Ceux d'Etrœungt le sont moins. Le compte-rendu de la Réunion extraordinaire de la Société géologique à Valenciennes mentionne (5) ce calcaire comme dévonien, bien que dans l'*Explication de la carte géologique de la France*, p. 752, dans la carte géologique de M. Dumont et les divers travaux de M. Meugy sur le département du Nord (6), il soit donné comme calcaire carbonifère. Je n'ai pu, tellement le temps nous pressait, m'arrêter à ces carrières, que nous avons vues en face de nous lorsque nous avons suivi sur la rive droite de la petite Helpe le chemin qui conduit de Touvent à Etrœungt; mais ce dernier chemin nous a fourni une coupe intéressante. Les maisons du hameau de Touvent sont assises sur le calcaire qui est bien certainement dévo-

(4) Je saisis cette occasion de témoigner mes remerciements à M. Barrande, qui m'a facilité avec tant d'obligeance l'étude de mes Trilobites.

Le *Bronteus Barrandei* se distingue aisément de toutes les espèces connues; il a le test perforé comme le *Dalmanites punctata* de la grauwaacke du Rhin et le *Dalmanites M'Coyi* du silurien supérieur de Bohême. Les perforations sont plus fortes dans notre espèce; c'est d'ailleurs la seule du genre à laquelle ce caractère ait été reconnu.

(2) Cette espèce et la précédente ont été rencontrées par M. Delanotte (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 2^e sér., t. IX, p. 402, 1852), avec le *Spirifer Verneuli*, dans la grauwaacke de Blacourt et de Bainghen qui forme l'assise fossilifère la plus ancienne du Boulonnais. Cette grauwaacke, située entre le poudingue rouge et le calcaire de Ferques, est donc exactement dans la même position stratigraphique que les schistes de Rocquigny et que ceux du Caillou Quibic dont il sera question plus loin. Comme ces derniers, elle doit appartenir à la division supérieure du terrain dévonien, et c'est en effet la place que lui assigne M. de Verneuil.

(3) *Explication de la carte géologique de la France*, t. I, p. 742 et suiv.

(4) *Mém. de la Soc. géol.*, 4^{re} sér., t. V, p. 353.

(5) *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2^e sér., t. X, p. 628.

(6) *Mémoires de la Soc. nat. des mines, etc., de Lille*, année 1851, p. 429, 1852. Thèses présentées à la Faculté des sciences de Paris, 1855, pl. I.

nien, parce qu'il est recouvert par une puissante série de schistes micacés, terreux, appartenant à la division appelée psammite du Condros, ou *schistes de l'amenne*, dans lesquels on rencontre un lit assez peu épais de fossiles à l'état calcaire, formant un niveau bien continu et assez semblable à celui que M. Élie de Beaumont a signalé (2) au milieu de la partie inférieure des mêmes psammites du Condros à Wallers, à 18 kilomètres à l'E. d'Étrœungt. Ces fossiles, qui se trouvent là par milliers, appartiennent à peu près exclusivement à deux espèces de polypiers: l'une, le *Cyathophyllum vermiculare*, Goldf., est très caractéristique des calcaires dévoniens de l'Eifel; l'autre est une espèce nouvelle, *Clisiophyllum Omaliusi*, J. Haimé (3). Ce genre n'était pas encore connu dans le terrain dévonien.

Coupe d'Étrœungt à Touvent.



Au-dessous de cette couche (n° 1), si riche en polypiers, se trouve un lit de rognons calcaires (n° 2), et entre ces rognons et la masse calcaire (n° 4), des schistes (n° 3) où l'on rencontre assez abondamment encore des *Cyathophyllum* et beaucoup d'autres fossiles. A 200 ou 300 mètres de là, les mêmes schistes renfermant les mêmes fossiles affleurent dans le chemin qui conduit d'Étrœungt au hameau de *Quatre-Maisons*.

M. Gosselet, préparateur d'histoire naturelle à la Sorbonne, qui a exploré ce gisement, a bien voulu me communiquer le produit

(2) *Loc. cit.*, p. 743.

(3) *Clisiophyllum Omaliusi*, polypier allongé, cylindroïde, irrégulièrement arqué et contourné, à bourrelets d'accroissement inégaux et bien prononcés. Calice subcirculaire de 24 à 26 cloisons principales assez minces et un peu flexueuses, alternant avec un égal nombre de cloisons plus petites. Columelle bien marquée, un peu saillante. Les planchers bien développés. Hauteur du polypier, de 5 à 8 centimètres; diamètre du calice, de 42 à 45 millimètres.

Le genre *Clisiophyllum* ne s'était pas encore montré dans le terrain dévonien. Les autres espèces, qui appartiennent aux systèmes silurien et carbonifère, se distinguent tout de suite de celle-ci par leur forme plus turbinée et plus régulière. (J. Haimé.)

de ses recherches. En y réunissant les fossiles recueillis par moi dans le chemin de Touvent, on y trouve la série suivante :

- Phacops latifrons*, Burm. (*P. granulatus*, Münster, sp.).
Clymenia linearis, Münster.
 — *lævigata*?, Münster.
Leptaena voisin du *L. rugosa*, Dalm.
Orthis eiseliensis, de Vern.
 — *striatula* (Schloth. sp.), Keys.
Spirifer Fernculli, Murch.
 — *aculeatus*, Schnur.
 — voisin du *S. aculeatus*.
 — voisin du *S. ostiolatus* (Schloth. sp.), de Vern.
Terebratula concentrica, Buch.
Cyathophyllum vermiculare, Goldf.
Clisiophyllum Omaliusi, J. Haime.

On remarquera dans cette liste les quatre espèces que M. Murchison (*Siluria*, p. 263) cite parmi les plus caractéristiques du dévonien supérieur de l'Europe.

A Touvent, on voit sortir de dessous les couches précédentes le calcaire (n° 4) dans lequel, à quelques pas de là, à la *Capelle du Basse*, M. Gosslet a recueilli le *Spirifer aperturatus* (Schloth. sp.), de Buch.; espèce qui se retrouve dans le calcaire dévonien de Trélon et de Glageou.

Les localités qui viennent d'être citées sont sur la rive droite de l'Helpe. En face, sur la rive gauche, sont les carrières du Parc, dans lesquelles la présence de

- Productus scabriculus*, Sow.
Spirifer rotundatus, Sow.

atteste l'existence du calcaire carbonifère.

On voit par ce qui précède que le calcaire et les schistes dévoniens existent à Étrœungt aussi bien que le calcaire carbonifère ; mais les limites de ces deux terrains restent à déterminer.

Quant aux calcaires d'Avenelles, ils ont été depuis longtemps reconnus comme carbonifères (1). J'y ai recueilli une série de fossiles dont la liste présente quelque intérêt. Ce sont :

- Gomphoceras fusiforme* (Sow, sp.), d'Orb.
Chemnitzia Lefebvrei (Léveillé sp.), Kon.
Evomphalus æqualis (Sow, sp.), Goldf.

(1) *Explication de la carte géol. de la France*, t. 1, p. 751.

Scrupularia scrupula (Kon. sp.), d'Orb.

Dalabra securiformis, M'Coy.

Cardinia subconstricta (Sow. sp.), Ag.

Avicula, nov. sp.

— *flexuosa* (M'Coy, sp.), d'Orb.

Pecten Bathus, d'Orb. (*P. Sowerbyi*, M'Coy, non Nyst.).

— *Knockoniensis*, M'Coy.

Terebratulula pentatoma, Fischer.

Spirifer mosquensis, (Fischer sp.), de Vern. (*S. Sowerbyi*, de Kon.;

Productus semireticulatus, Flem. (*P. costatus*, de Kon., *Alon.* de genre *Productus*, pl. 8, fig. 3).

— *Cora*, d'Orb.

— *Heberti*, de Vern. (nov. sp.) (1).

Il est à remarquer que sur ces 14 espèces, quatre : *Dalabra securiformis*, *Avicula flexuosa*, *Pecten Bathus*, *P. Knockoniensis*,

(1) *Productus Heberti*, de Vern. Coquille très renflée, un peu plus large que longue, à crochet saillant. Bord cardinal peu étendu, la plus grande largeur de la coquille étant vers le milieu de sa longueur. Oreille peu marquée. La partie la plus renflée de ce *Productus* est à peu près au tiers de sa longueur. La grande valve (valve ventrale, d'après MM. Owen et Davidson), régulièrement voûtée, n'offre aucune trace de sinus. La petite valve (valve dorsale) est à peine concave; on peut dire qu'elle est presque plate. On sait que dans certaines espèces elle suit la courbure de la grande valve, laissant un espace fort étroit pour loger l'animal. Cette forme de la petite valve, tantôt plate et tantôt concave, est un caractère important pour distinguer les espèces.

La surface de la coquille, privée de côtes ou stries longitudinales, est garnie de tubes. Ces tubes, en général assez courts et grêles, ressemblent à de petites épines couchées en avant. Ils sont placés confusément, et ne se coordonnent en aucune manière, suivant des lignes ou plis concentriques et transverses. Leur nombre est très considérable aussi bien sur la petite valve que sur la grande. On en compte de 10 à 14 dans un espace de 40 millimètres.

Dimensions. Longueur, 43 millimètres; largeur, 50 millimètres; épaisseur, 24 millimètres.

Rapports et différences. Dans notre ouvrage sur la Russie, nous avons divisé les *Productus* en deux grandes classes, suivant qu'ils ont ou n'ont pas la surface ornée de stries longitudinales. Les espèces privées de stries longitudinales, et simplement garnies de tubes ou épines, ont été encore subdivisées d'après la présence ou l'absence de plis transverses apparents ou réguliers, et enfin parmi ceux qui n'ont pas de plis transverses, et dont les tubes sont répartis sans aucun ordre, nous avons distingué ceux dont la grande valve est pourvue de sinus, et ceux où elle est régulièrement voûtée. C'est à cette dernière

n'ont encore été rencontrées qu'en Irlande, et une cinquième, *Gomphoceras fusiforme*, en Angleterre et en Irlande.

Les renseignements qui précèdent montrent que le terrain dévonien de l'Ardenne française renferme un certain nombre d'horizons fossilifères. L'étude de ces horizons compléterait les connaissances géologiques, dont nous sommes redevables aux habiles observateurs qui nous ont révélé la structure de cette contrée si voisine de nous.

Ces recherches auraient nécessairement un grand intérêt pour les explorateurs, tant sous le rapport de la succession des couches que sous celui de la richesse en fossiles, beaucoup plus grande qu'on ne se l'imagine généralement. Il n'est pas jusqu'au calcaire carbonifère d'Avenelles dont la faune, beaucoup plus rapprochée de celle de l'Irlande que de celle de la Belgique, ne réclame un supplément d'étude.

C'est par là aussi que l'on arriverait infailliblement à mettre fin au désaccord si complexe, qui divise les géologues, qui se sont plus spécialement occupés de l'étude des terrains paléozoïques, sur les rapports du poudingue de Burnot et du vieux grès rouge du Boulonnais, de l'Écosse, etc., avec la série dévonienne de l'Eifel et du Rhin. La solution de cette question (1) me paraît même assez facile en ce qui concerne le *poudingue de Burnot*. En voici le motif : Ce poudingue manque entre Hirson et Clageon, mais il

sous-division, dont le type est le *P. caperatus*, qu'appartient l'espèce que nous décrivons ici.

Si nous recherchons parmi les espèces que nous avons placées dans les *caperati*, celles dont le *Productus* qui nous occupe se rapproche le plus, nous en trouvons une, le *P. granulatus*, Phill., qui nous semble avoir avec lui la plus grande affinité. C'est une espèce rare dont nous ne possédons qu'un échantillon. Selon M. Phillips, les tubes sont arrangés suivant des plis transverses, mais ces plis sont peu apparents. Quelque obscur que soit leur arrangement, il y en a un cependant, et leur distribution est bien moins confuse que dans notre espèce. Ces tubes, d'ailleurs, sont de moitié moins serrés et moins nombreux.

M. de Koninck réunit au *P. spinulosus*, Phill., une espèce qu'il a lui-même décrite dans son premier ouvrage (*Descript. des anim. foss. de Belg.*) sous le nom de *P. papillatus*. Si ce rapprochement est exact, comme le *P. papillatus* a la petite valve très concave, ce caractère seul suffirait pour le distinguer de l'espèce que nous venons de décrire.

(Ed. de Verneuil.)

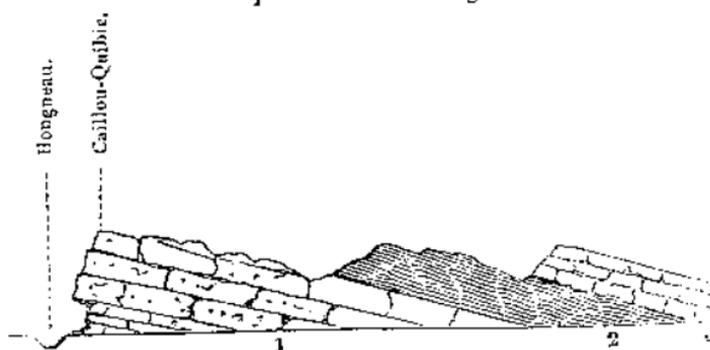
(1) Pour se rendre compte du peu d'accord qui existe sur cette question, consulter Murchison, *Siluria*, p. 527 et suiv.; Sharpe et Auston, *Quart. Journ. of geol. Soc.*, vol. IX, p. 18 et 244.

se retrouve sur les frontières de France et de Belgique, dans la petite vallée de l'Hongneau, où il forme, tout près d'Autreppes, dans le bois d'Angre, les escarpements pittoresques si connus sous le nom de *Caillou-Quibic*. A peu de distance de là sont les schistes rouges de Montignies-sur-Roc, identiques avec ceux de Fourmies, et que les travaux de MM. d'Omalius et Dumont ont démontré être associés intimement aux poudingues, qu'ils remplacent quelquefois. Or, la coupe d'Anor à Rocquigny donnée dans cette note montre bien que la place des schistes rouges, et par suite, du poudingue de Barnot, est celle qui leur a été assignée par M. Dumont, entre le système quartzo-schisteux d'Anor et de Mondrepias (*dévonien inférieur*) et les calcaires de Rocquigny et d'Étrœungt qui correspondent au calcaire de Ferques (*dévonien supérieur*), et qui, d'ailleurs, recouvrent, dans la vallée de l'Hongneau, les poudingues, dont ils ne sont séparés que par des schistes gris peu puissants.

Les considérations stratigraphiques prouvent donc qu'on ne peut, dans aucun cas, faire descendre dans le dévonien inférieur le système de couches de l'Ardenne, qui montre le plus de rapports avec le *vieux grès rouge*.

Si, pour quelques personnes, ces renseignements ne suffisaient pas, il serait facile d'appeler à l'aide la paléontologie. Voici, en effet, comment se succèdent les roches de la vallée de l'Hongneau.

Coupe du bois d'Angre.



1. Poudingue de Barnot.
2. Schiste gris fossilifère.
3. Calcaire dévonien d'Autreppes.

Les schistes (n° 2) m'ont fourni les fossiles suivants :

- Dolabra Hardingii* (Sow. sp.), M'Coy.
Avicula fasciculata (Goldf. sp.), de Vern.
 — voisine de *A. spinosa*, Phill.

Productus Murchisonianus, de Kon. (*Orthis productoides*, Murch.) (1).
Spirifer voisin du *S. Bouchardi*, Murch.
Terebratula, etc.

Deux au moins de ces espèces, dont la plus commune (*Productus Murchisonianus*), sont considérées comme caractérisant le dévonien supérieur. Toutes les assises supérieures au poudingue de Burnot, même celle qui le recouvre immédiatement, appartiennent donc, par leur faune, à la division supérieure de l'étage dévonien. Elles s'éloignent complètement, sous ce rapport, de la division inférieure (*terrain rhéan*, Dumont). et le poudingue de Burnot avec les schistes rouges non fossilifères qui séparent ces deux horizons doit nécessairement correspondre aux assises fossilifères de l'Eifel qui forment la division moyenne, et qui manquent dans l'Ardenne.

Le tableau joint à cette note résumera, au point de vue de la classification, ce qui vient d'être dit sur les différentes assises de l'Ardenne française, et mettra en regard leurs positions réelles et les phases différentes de la terminologie qui leur a été appliquée par M. Dumont.

Je terminerai par la liste des espèces qui caractérisent ces assises, et dont la détermination est principalement due à MM. Barrande pour les Trilobites, de Verneuil pour les mollusques, et J. Haine pour les polypiers.

Fossiles des terrains paléozoïques de l'Ardenne française.

TERRAIN CARBONIFÈRE.

1. *Gomphoceras fusiforme* (Sow. sp.), d'Orb. — Avenelles. — *Angleterre, Irlande.*
2. *Chemnitzia Lefebvrei* (Léveillé sp.), de Kon. — Avenelles. — *Fisé, Tournay, Angleterre.*
3. *Euomphalus aequalis* (Sow. sp.), Goldf. — Avenelles. — *Fisé, Tournay, Angleterre, Russie.*
4. *Serpularia serpula* (de Kon. sp.), d'Orb. — Avenelles. — *Fisé, Tournay.*
5. *Dolabra securiformis*, M'Coy. — Avenelles. — *Irlande.*

(1) Cette espèce est voisine du *Productus caperatus*, J. de C. Sow., mais cette dernière a des épines bien plus nombreuses, longues et disposées en séries linéaires, de manière à figurer des côtes fines; elle est aussi ornée de stries transverses, visibles surtout près de la charnière; le *Productus laxispina*, Phill., s'en écarterait moins.

6. *Cardinia subconstricta* (Sow. sp.), Ag. — Avenelles. — Belgique, Angleterre.
7. *Avicula flexuosa* (M'Coy sp.), d'Orb. — Avenelles. — Irlande.
8. *Pecten Bathus*, d'Orb. — Avenelles. — Irlande.
9. *P. Knockoniensis*, M'Coy. — Avenelles. — Irlande.
10. *Terebratula pentatoma*, Fischer. — Avenelles. — Visé, Tournay, Angleterre, Russie.
11. *Spirifer mosquensis* (Fischer sp.), de Vern. — Avenelles. — Belgique, Russie.
12. *S. rotundatus*, Sow. — Étrœungt, carrière du Parc. — Visé, Tournay, Angleterre, Irlande.
13. *Productus semi-reticulatus*, Flem. — Avenelles. — Belgique, Angleterre, Irlande, Russie, etc., etc.
14. *P. Cora*, d'Orb. — Avenelles. — Belgique, Angleterre, Irlande, Russie, etc., etc.
15. *P. scabriculus*, Sow. — Étrœungt, carrière du Parc. — Visé, Angleterre, Irlande, Russie, etc.
16. *P. Heberti*, de Vern. — Avenelles.

TERRAIN DÉVONIEN.

DIVISION SUPÉRIEURE.

ASSISE SUPÉRIEURE (*condrusien quartzo-schisteux*).

1. *Phacops latifrons*, Burm. — Étrœungt. — Eifel, Espagne, etc.
2. *Clymenia linearis*, Münster. — Étrœungt. — Petherwin (Angl.), Allemagne.
3. *Terebratula concentrica*, Buch. — Étrœungt. — Ferques, Néhou, etc., etc.
4. *Spirifer Verneuli*, March. — Étrœungt. — Ferques, Blacourt (Boulonnais), Devonshire, etc.
5. *S. aculeatus*, Schuur. — Étrœungt.
6. *Orthis eifeliensis*, de Vern. — Étrœungt. — Eifel.
7. *O. striatula* (Schloth. sp.), de Kon. — Ferques, Néhou, Fini. Eifel, Espagne, Amérique.
8. *Cyathophyllum vermiculare*, Goldf. — Étrœungt. — Eifel.
9. *Clysiophyllum Omaliusi*, J. Haime. — Étrœungt.

ASSISE MOYENNE (*Eifelien calcaireux*).

Spirifer aperturatus (Schloth. sp.), Buch. — Étrœungt, calcaire du Buffle, Glageon. — Paffrath.

(Les fossiles sont assez communs dans ce calcaire; ils n'ont pas encore été collectés avec assez de soin.)

ASSISE INFÉRIEURE (*Eifelien quartzo-schisteux, assise supérieure*)

1. *Bronteus Barrandei*, Héb. — Rocquigny.

2. *Dolabra Hardingii* (Sow. sp.), M'Coy. — Caillou-Quibic. — *Angleterre*.
3. *Avicula fasciculata* (Goldf. sp.), de Vern. — Caillou-Quibic. — *Bords du Rhin, Espagne, etc.*
4. *Productus Murchisonianus* (Goldf. sp.), de Vern. — Caillou-Quibic. — *Angleterre, Espagne, Russie, etc.*
5. *Terebratula reticularis* (Linn. sp.), Bronn. — Rocquigny. — *Ferques, Blacourt, Néhou, etc., etc.*
6. *Cyathophyllum Michelini*, Edw. et H. — Rocquigny. — *Blacourt*.

DIVISION MOYENNE.

(Eifelien quartzo-schisteux, assise inférieure.)

Poudingues et schistes rouges non fossilifères.

DIVISION INFÉRIEURE.

ASSISE SUPÉRIEURE (*Coblentzica*).

1. *Avicula lamellosa*, Goldf. — Anor. — *Bords du Rhin*.
2. *Leptæna Marchisoni*, de Vern. et d'Arch. — Anor. — *Néhou, le Rhin, etc.*
3. *Terebratula Orbignyana*, de Vern. — Anor. — *Espagne*.
4. *T. undata*, Defr. — Anor. — *Néhou, le Rhin, Espagne, etc.*
5. *T. Oliviani?*, de Vern. — Anor. — *Espagne*.
6. *Spirifer macropterus* (Goldf. sp.), d'Arch. et de Vern. — Anor. — *le Rhin, Espagne, etc.*
7. *Chonetes sarcinulata* (Schloth. sp.), de Vern. — Anor. — *Le Rhin, Espagne, etc.*

ASSISE INFÉRIEURE (*Gedinien* de Mondrepuis).

1. *Dalmanites*.
2. *Homalonotus*.
3. *Cypridina*, plusieurs espèces.
4. *Grammysia Hamiltonensis*, de Vern. — Néhou. — *Bords du Rhin, Amérique*.
5. *Spirifer*, nov. sp. — Néhou, Viré.
6. *S. micropterus?*, Goldf. — *Grauwacke d'Ems*.
7. *Chonetes sarcinulata* (Schloth. sp.), de Vern. — Anor, etc.
8. *Orthis*, deux espèces; M. d'Archiac en cite quatre.
9. *Tentaculites*.
10. *Cælastaster constellata* (Thorent sp.), d'Orb.

Nota. Pour compléter la liste des fossiles recueillis jusqu'ici à Mondrepuis, il faut ajouter, d'après M. d'Archiac, *Avicula reticulata*, His., *Terebratula brevirostris*, Murch., *Lingula*, que je n'ai pu examiner; ce qui porterait à 48 ou 20 environ le nombre total des espèces.

Classification des terrains paléozoïques de l'Ardenne française et du Hainaut.

1830 à 1836 (M. DUMONT).	1847.	1853.	LOCALITÉS CHOISIES COMME EXEMPLES.	CLASSIFICATION.		
Terrain bouillier.	Terrain bouillier.	Syst. bouillier.	»	»		
Terrain anthracifère.	Terrain anthracifère.	Terrain anthracifère.	Système calcaireux supérieur (calcaire de Visé, M. d'Omaùius). . .	Avenelles. — Calcaire. Etreungt. — Calcaire.	Calcaire carbonifère.	
						Système condrusien. . .
			Système calcaireux inférieur (calcaire de Givet, M. d'Omaùius). . .	Calcaireux.	Etreungt. — Calcaire. Bucquigny. — Calcaire. Autreppe. — Calcaire.	Dévonien supérieur.
			Système quartzo-schisteux inférieur (poudingue de Burnot, M. Elie de Beaumont).	Système eifolien.	Quartzo-schisteux. . .	
						Assise inférieure. { Fourmies. — Schiste rouge. Montigny-sur-Roe. — Sch. rouge. Caillou-Quibici. — Poudingue.
Ét. moyen. Ét. inférieur.	T. Phénix.	Syst. ahrien. — coblentzien.	Syst. ahrien. — coblentzien. Aur.	Dévonien inférieur.		
Syst. supérieur.		— gedinien.			Mondrepuis	
Terrain ardoisier.	Syst. moyen et inférieur.	Syst.	»	Silurien inférieur.		

1886

FRANCE DU 2 JUILLET 1885.

M. Delanoüe ajoute ce qui suit à la communication précédente :

M. Hébert a fort bien fait l'histoire des variations qu'a subies la classification des Ardennes et des pays adjacents. Je ferai seulement observer que la dénomination de *terrain ardoisier* n'existe plus dans la légende de la carte de M. Dumont. Et c'est avec raison, ainsi que je l'avais déjà fait remarquer dans la séance du 24 juin 1852 (1), où j'avais, en effet, mis le terrain rhénan en regard du terrain silurien supérieur. Mais depuis, dans un tableau synonymique imprimé et distribué en septembre 1853, à Valenciennes, j'ai reporté le terrain rhénan dans le dévonien inférieur, et M. Murchison est, en effet, le seul qui fasse aujourd'hui remonter aussi haut le terrain silurien des Ardennes. M. Hébert est venu apporter fort à propos des preuves paléontologiques à l'appui de la classification généralement admise.

Dans les poudingues à gros éléments, les fossiles sont rares, car ils ont été généralement broyés par les galets. Voilà ce qui rend intéressants ceux que M. Hébert vient de nous signaler dans les couches voisines du poudingue de Burnot. Je puis indiquer aussi aux paléontologistes deux autres localités où ce poudingue est fossilifère : à Pepinster, sur l'embranchement du chemin de fer de Spa, et au sud de Givet, sur les bords de la Meuse.

Au point de vue minéralogique et stratigraphique, il n'y a dans la Gaule-Belgique qu'une seule division bien naturelle et bien tranchée, celle du terrain dévonien (2) et du terrain silurien (3). Aussi, je trouve M. Dumont fort justifiable d'avoir réuni dans une même section (système condrusien) le calcaire carbonifère et le psammite ou grauwacke du Coudros, d'avoir donné le même nom (*d'eifelien*) au calcaire de l'Eifel et au poudingue de Burnot; enfin, d'avoir appelé *rhénan* la masse énorme de poudingues et de schistes plus ou moins calcaires et fossilifères qui s'étend de Mondrepuis jusqu'à Coblenz.

Sous le rapport des fossiles et de la disposition des couches, il n'existe pas en Belgique de ligne de démarcation bien tranchée entre les terrains réunis par M. Dumont. La stratification est concordante et la modification de la faune est insensible depuis le terrain houiller inclusivement jusqu'au terrain silurien exclusive-

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., t. IX, p. 399.

(2) Terrain *rhénan* de M. Dumont.

(3) Terrain *ardennois* de M. Dumont.

ment. Plus bas, il en est tout autrement; les assises inférieures du terrain dévonien (grès et poudingues gédiniens de M. Dumont) reposent partout en stratification discordante sur les schistes siluriens (terrain ardennais). J'indiquerai, sous ce rapport, les coupes très curieuses de Salin, vis-à-vis des exploitations de pierres à rasoirs de Fepin, rive droite de la Meuse, et d'une localité située à quelques myriamètres à l'est de Montherine.

Les terrains inférieurs (terrain ardennais) se distinguent des précédents par l'absence de fossiles, de calcaires et de poudingues. Les grès que l'on y trouve (à Notre-Dame-de-Meuse, etc.) y sont même fort rares; le quartz et le phyllade y dominent presque exclusivement et donnent à ce terrain un tel caractère d'uniformité, qu'une longue excursion sur les lieux ne m'a point permis d'y reconnaître les trois subdivisions de M. Dumont (systèmes salmien, révinien et devillien). Autant il est facile d'étudier dans cette contrée la faune, et même la flore du terrain dévonien, autant cela est difficile à faire pour le terrain silurien, ou regardé comme tel jusqu'à présent.

Le plus beau sujet d'étude qui s'offre à nous dans les Ardennes serait donc de découvrir des fossiles dans les plus anciens terrains de la contrée, non-seulement pour y reconnaître les trois divisions proposées, mais encore pour y constater l'existence même du terrain silurien d'une manière parfaitement authentique.

Le secrétaire donne lecture du mémoire suivant adressé par M. Marcel de Serres.

Des végétaux fossiles des schistes ardoisiers des environs de Lodève (Hérault), par M. Marcel de Serres.

Le mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à la Société a été publié par extrait dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* en 1853 (1). Les recherches récentes que M. Coquand vient de faire sur le même sujet (2) rendent nécessaire la publication de nos observations dans leur entier.

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris*, t. XXXVIII, p. 503. Paris, 1853.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e sér., t. XII, p. 119. Paris, 1854 à 1855. Séance du 15 janvier 1855.

Les schistes ardoisiers de la Tuilerie dans les environs de Lodève renferment un grand nombre d'empreintes végétales, peu variées sans doute, mais remarquables par la grande quantité de leurs individus. Ces empreintes y sont comme agglomérées, et cela dans un espace peu considérable. Les géologues n'ont pas été d'accord sur leur position géologique et sur l'époque de leur dépôt. Ainsi, MM. Boué, Dufrénoy et Élie de Beaumont les ont rapportées aux terrains du trias, tandis que M. Adolphe Brongnart les a considérées comme appartenant aux formations permienes. Nous avons prouvé plus tard que cette opinion était la seule fondée, et récemment M. Coquand s'est rangé à cette manière de voir.

D'après cette divergence d'opinions, il nous avait paru qu'il n'était pas sans intérêt de se livrer à quelques recherches, afin de déterminer avec précision l'époque à laquelle se rapporte le dépôt de la flore des environs de Lodève. Toutefois, les deux manières d'interpréter les faits ne sont pas aussi différentes qu'on pourrait le supposer. En effet, les formations permienes et triasiques ne sont peut-être que des groupes distincts d'un même système arénacé, caractérisé dans l'un par les nouveaux grès rouges et les grès vosgiens, et dans l'autre par les grès bigarrés et les grès du keuper.

Les terrains de transition, du trias et du lias constituent essentiellement le bassin de l'Érgue, où est située la ville de Lodève. Ils y sont comme agglomérés, tant ces différents terrains y sont rapprochés. Les premiers se montrent recouverts par les formations triasiques, comme celles-ci par le grès de l'infra-lias, et quelquefois immédiatement par le lias lui-même, circonstance qui se présente principalement au nord-ouest, ainsi qu'au sud-est de Lodève.

Les formations volcaniques et permienes ne sont guère, auprès de cette ville, que des accidents, surtout lorsque l'on compare la petite étendue et la faible puissance des premières avec le développement que l'une d'elles acquiert dans les bassins d'Octon, de Celles et de Licusson, qui dépendent du grand bassin de l'Érgue. Il en est encore ainsi des formations permienes, lorsqu'on veut les assimiler à celles du même genre des environs de Nefiez. La différence qui existe entre les unes et les autres, sous le double rapport de leur étendue et de leur épaisseur, est si grande, qu'il n'est pas possible d'établir entre elles la moindre parité.

Les terrains primaires et triasiques se maintiennent à peu près

parallèles au lit de l'Ergue sur divers points ; ils se prolongent au delà de Bédarioux où les deux systèmes prennent un grand développement, ainsi que les terrains liasiques. Les formations du trias s'étendent beaucoup plus au nord, au nord-est et au sud, que les terrains primaires. Ces groupes se continuent jusqu'à la base de la grande arête du Larzac, où ils sont recouverts par le lias au-dessous duquel ils plongent, mais avec une faible inclinaison.

Il serait du reste difficile de diviser les terrains primaires du bassin de Lodève en plusieurs systèmes ; du moins, on les voit composés partout des mêmes roches ; ce sont premièrement des schistes talqueux phylladiens, en général verdâtres, et rarement traversés par des filons de quartz. Les couches de ces phyllades, ordinairement minces et peu puissantes, se montrent assez constamment tourmentées ; elles le deviennent parfois au point d'être presque verticales. Ces schistes alternent avec des calcaires saccharoïdes noirâtres, et appartenant par conséquent au même système que les phyllades.

Les terrains triasiques se divisent, au contraire, en trois principaux systèmes, qui se succèdent dans divers points du bassin de Lodève avec une certaine régularité et une stratification assez ordinairement concordante.

Le système inférieur domine dans la vallée de l'Ergue, principalement au sud et à l'est de Lodève. Il se compose de grès à nuances variées, mais en général rougeâtres. Ces roches, plus ou moins micacées, prennent par intervalles une structure schisteuse, quoiqu'elles restent parfois massives. Elles représentent plutôt le *Bunter-Sandstein* que le nouveau grès rouge ou les grès vosgiens ; il est toutefois difficile de bien préciser l'époque de leur dépôt, si ce n'est par leur position, ces roches ne renfermant pas de débris organiques.

Les grès bigarrés sont rarement surmontés par le calcaire conchylien (*muschelkalk*) ; il n'en est pas de même des marnes irisées dont les nuances sont très variées, et la stratification souvent manifeste. Les marnes se montrent parfois accompagnées, et à des distances plus ou moins considérables de Lodève, surtout au nord de la ville, par des dépôts gypseux, presque toujours assez abondants pour être exploités avec avantage.

Les marnes irisées sont surmontées, dans plusieurs points des environs, par les grès du keuper ; ceux-ci, en général d'une assez grande solidité, s'y rencontrent en banes assez puissants pour fournir d'excellents matériaux de construction. On les emploie dans les principaux bâtiments de Lodève, notamment dans les

édifices publics. Quelquefois les bancs du keuper sont surmontés en stratification discordante par les grès de l'infra-lias, en général quartzeux ; ils ne paraissent pas acquérir l'épaisseur et la dureté des premiers, le plus ordinairement compactes. Quant aux psammites du lias, souvent à l'état de sable ou de gravier, on les emploie dans les verreries, particulièrement dans celle du Bousquet qui est peu éloignée de Lanas.

L'inclinaison des différents systèmes du trias est assez faible ; elle ne dépasse guère 12 ou 15 degrés. Leur direction la plus constante est vers le sud-est. C'est aussi le point vers lequel elles plongent, quoique les strates des terrains triasiques soient souvent interrompus par des masses calcaires liasiques. Ces masses se relient aux terrains de la même nature, qui prennent dans le département de l'Aveyron le plus grand développement.

Pour mieux déterminer la position géologique des schistes ardoisiers de Lodève, étudions en détail la composition de la montagne de la Tuilerie et de celle qui la précède, dans le bassin des Yeuses, et qui est plus rapprochée de Lodève.

Celle-ci est presque entièrement composée de schistes talqueux phylladiens et de calcaires saccharoïdes à nuances grisâtres, qui s'y montrent en couches alternatives. Leur inclinaison est si grande que ces roches finissent parfois par être verticales. On les voit traversées par des dykes basaltiques composés de laves compactes ou scoriacées, peu chargées d'amphibole hornblende, de pyroxène augite et de péridot. Les portions de ces dykes qui arrivent au jour sont, comme il est aisé de le juger, principalement formées de laves scoriacées, les compactes étant disséminées en général dans leurs parties inférieures.

Ces matériaux d'éjection n'ont peut-être pas été sans quelque influence sur l'élévation à laquelle sont parvenues les diverses formations qui composent la montagne proprement dite de la Tuilerie ; ils n'y sont pas toutefois visibles comme dans celle qui la précède, et où les mêmes formations s'enfoncent au-dessous du lit de l'Ergue.

La montagne de la Tuilerie, où sont exploités les schistes ardoisiers à empreintes végétales, est composée d'un assez grand nombre d'assises qui se succèdent avec une assez grande régularité et une faible inclinaison. Elle est composée à sa base des mêmes schistes talqueux de transition qui caractérisent les dépôts les plus anciens des environs de Lodève. Ils prennent un grand développement principalement au sud-est, et composent dans cette direction plus de la moitié de la hauteur de la montagne de

la Tuilerie. Ils parviennent même à une plus grande élévation au delà de cette montagne, mais toujours dans la même direction.

Les schistes talqueux sont surmontés par des conglomérats, composés de fragments anguleux de roches diverses, principalement quartzenses, calcaires, schisteuses ou de grès. Ces conglomérats, dont la puissance est assez considérable, ne se montrent nullement stratifiés. Quant aux schistes, ils sont suivis par des grès quartzeux jaunâtres en petites assises assez régulièrement disposées, et dont l'épaisseur totale est moindre que celle des schistes phylladiens qu'ils recouvrent. Ces grès sont surmontés à leur tour par des schistes grisâtres, peu épais, après lesquels paraissent de nouveau des grès plus ou moins chargés de mica, et dont l'épaisseur est de beaucoup plus grande que les mêmes roches qui reposent immédiatement sur les conglomérats inférieurs.

On retrouve ensuite les mêmes conglomérats que l'on avait vus à la base de la montagne superposés immédiatement sur les roches de transition, mais dont la puissance est moins considérable. Les conglomérats supérieurs sont eux-mêmes surmontés par des grès ferrugineux, à peu près les mêmes que ceux que l'on avait rencontrés superposés vers la base de la montagne aux conglomérats inférieurs.

Après ces grès, apparaît un système bien différent, celui des roches dolomitiques. Généralement saccharoïdes, ces roches forment dans leurs parties inférieures une sorte de brèche à fragments anguleux de divers calcaires, de schistes, de quartz et même de grès. Elles composent à elles seules presque le quart de la montagne de la Tuilerie au-dessus du niveau de l'Ergue qui est d'environ 107 mètres. En combinant cette élévation avec la hauteur de Lodève au-dessus de la Méditerranée qui est de 165 mètres, le niveau de cette montagne doit être d'environ 272 mètres au-dessus de la même mer.

Le troisième système permien, ou le supérieur, est caractérisé par des schistes ; les supérieurs, à empreintes végétales, en forment la plus grande partie ; ils sont surmontés par des grès micacés. Les schistes commencent par des espèces d'ardoises bitumineuses noirâtres, dans lesquelles on voit quelques traces charbonneuses produites probablement par la décomposition des végétaux dont il existe une si grande quantité d'empreintes dans les schistes ardoisiers. Ceux-ci se divisent en nombreux feuilletés d'une épaisseur qui dépasse peu 5 à 6 millimètres. La puissance totale de ces roches, sur lesquelles se trouvent les empreintes d'un grand nombre

de feuilles végétales étalées comme à plaisir, n'est pas moindre d'une quinzaine de mètres.

Ces schistes, à couches parallèles et faiblement inclinées, sont surmontés par des grès micacés encore chargés de quelques impressions végétales et surtout de nombreuses dendrites. On les voit seulement recouverts par des argiles noirâtres dont la puissance est encore considérable, quoiqu'elle soit moindre que celle des schistes.

Les formations permienes de la Tuilerie sont donc composées de trois principaux systèmes : le premier, ou l'inférieur, caractérisé par des conglomérats ; le second, ou le moyen, par les roches dolomitiques ; enfin, le troisième, ou supérieur, par des roches schisteuses, parmi lesquelles dominent les schistes ardoisiers à empreintes végétales.

Ces trois systèmes, situés sur la rive gauche de l'Ergue et recouverts par les grès bigarrés, s'étendent vers le sud ; leurs masses plongent au-dessous de cette rivière, qui va se perdre dans l'Hérault à six ou sept lieues de Lodève. L'Ergue écoule constamment dans les formations triasiques jusqu'au delà de Saint-Félix. Elles se montrent à une lieue et à l'est de Lodève, en couches d'une épaisseur d'environ 1 mètre, à la fois parallèle et d'une inclinaison assez faible. Ces couches sont séparées par des assises fort minces et comme feuilletées. Elles sont composées par des grès micacés d'une couleur amarante ; leur nuance les fait facilement distinguer des roches avec lesquelles elles sont en contact. Tel est, par exemple, le sulfate de baryte qui les traverse en filons puissants, auprès du pont bâti sur le ruisseau de la Marguerite dans les environs de Sallèles à l'est de Lodève. Il en est de même du lias blanc, qui se montre en stratification discordante sur les grès bigarrés dans les environs de Robieux près Saint-Félix.

Au nord de Lodève, les grès bigarrés ne sont pas surmontés d'une manière immédiate par les roches triasiques, mais par les formations supérieures du groupe du trias, telles que les marnes bigarrées et les grès du keuper, dont les teintes généralement blanchâtres se montrent parsemées de petites taches jaunâtres dues à la décomposition de l'hydrate de peroxyde de fer que les grès contiennent. Les mêmes formations se continuent dans la même direction, plus ou moins interrompues jusqu'à Notre-Dame de Parlage, sans arriver cependant sur le Larzac. C'est dans cette étendue d'environ quatre ou cinq lieues que sont exploitées dans les mêmes terrains triasiques les mines de sulfate de cuivre de Gourgas, de la Rouquette et de Notre-Dame de Parlage.

Les grès bigarrés sont souvent liés dans les environs de Lodève, surtout vers le sud-est, avec les formations volcaniques, principalement sur la rive de l'Érgue, où les derniers de ces dépôts prennent le plus grand développement. Les relations entre les deux terrains, aussi différents par leur nature que par leur origine, sont principalement manifestes dans les bassins d'Octon, de Celles et de Lieusson. Les montagnes de la moindre élévation de ces différents bassins, ou les plus rapprochées de la Méditerranée, montrent les rapports qui existent entre les terrains triasiques et les terrains volcaniques qui couronnent parfois les sommets des montagnes composées par les grès bigarrés. Cette circonstance se représente d'une manière toute particulière auprès et au nord du village de Lieusson.

Ce village, situé sur une petite élévation, à la base septentrionale de la chaîne calcaire de Saint-Jean-d'Orient, participe en grande partie au groupe liasique et dolomitique de cette chaîne, et en même temps aux dépôts du trias, étant placé sur la limite des deux terrains. Lieusson est donc sur le point de jonction de deux systèmes, dont le premier s'étend vers le sud jusqu'au delà de Mourèze, et le second ou le plus ancien vers le nord, où il compose le sol de toute la plaine, aussi bien que celui des montagnes qui s'élèvent au-dessus de son niveau. Ce dernier, ou celui des grès bigarrés, s'étend du nord-ouest au sud-est depuis Lodève jusqu'au village de la Coste, situé sur une colline assez élevée, à une grande demi-lieue de Clermont, l'Hérault, pendant environ 14 kilomètres. Sa plus grande étendue dans le sens de sa largeur, ou du nord au sud, depuis le village de Lieusson jusqu'au village du Bosc, est d'environ 8 à 9 kilomètres.

En quittant Lieusson et se dirigeant vers le nord, on voit le sol de la plaine de Salaou formée généralement par les grès bigarrés dont les nuances rougeâtres contrastent fortement avec les teintes noirâtres des nombreuses bombes volcaniques qui couvrent une grande partie de la plaine. Ces bombes paraissent être sorties d'une montagne isolée et légèrement conique que l'on aperçoit à 2 kilomètres environ du village de Lieusson. Formée par les mêmes grès qui composent le sol de la vallée jusqu'au delà des trois quarts de sa hauteur, cette montagne est couronnée par les formations volcaniques.

De sa base, comme de son sommet, on reconnaît que ces formations n'ont pas dépassé un certain niveau, et qu'elles se maintiennent partout à la même élévation. Aussi, lorsque les montagnes ont dépassé cette hauteur, les éruptions volcaniques n'ont pas

franchi cette limite, et ne se sont pas fait jour à travers les grès bigarrés pour en couronner les sommets. Il n'en est pas ainsi de la montagne dont nous nous occupons; elle en est couronnée, et présente à sa cime un cratère circulaire, de 12 mètres environ de diamètre. L'intérieur de ce cratère est rempli par une grande quantité de blocs laviques entassés pêle-mêle et de la manière la plus confuse les uns sur les autres.

Les plus petits de ces blocs ont au moins le volume de 1 mètre cube; mais aucun d'entre eux n'offre le moindre indice de la forme prismatique qui caractérise assez ordinairement les basaltes. Généralement irréguliers, leur cassure inégale est constamment terne et plus ou moins raboteuse. Ces laves, rarement scoriacées, renferment des péridots d'un jaune tirant sur le verdâtre et parfois transparents. L'amphibole hornblende y est moins abondante; elle s'y montre tantôt en cristaux isolés, tantôt enclassée dans la lave ou même dans le péridot.

La montagne dont nous venons de donner une idée, tout à fait isolée dans la plaine, n'est pas le seul exemple des rapports qui existent entre les grès bigarrés et les formations volcaniques. On aperçoit de son sommet une chaîne un peu plus élevée dont la ligne de faite est horizontale et présente les mêmes faits, avec cette différence toutefois, qu'à raison de sa plus grande élévation les terrains volcaniques en couronnent peu les sommets. Il faut cependant excepter le piton sur lequel est bâti le village de la Coste; ses laves y ont percé les formations du trias, et sont, par cela même, arrivées jusqu'au jour.

Cette chaîne, qui s'étend du village d'Octon à la Coste, affecte une légère courbure à concavité sud vers les $4/5^e$ de sa hauteur; elle présente dans toute son étendue une bande d'une couleur noirâtre, nuancée due aux laves qui la composent. Cette bande, presque constamment horizontale, et, par conséquent, à une même élévation, offre aussi cette particularité remarquable, d'avoir partout une grande uniformité dans son épaisseur. On l'a remarqué d'une manière bien tranchée dans deux des principales montagnes de la plaine de Salaou sur lesquelles sont bâtis les villages désignés sous les noms de haut et bas Vailhé. Ces villages sont situés auprès du bourg de Notre-Dame de Claus, à deux grandes lieues au sud-est de Lodève.

Si l'on compare maintenant la flore des schistes ardoisiers de Lodève avec celle des terrains anciens, et particulièrement avec la flore du groupe houiller, on reconnaît facilement que la première a des caractères à elle propres. Il existe cependant entre elles

quelques analogies ; elles ont du moins plusieurs espèces communes ; mais ces rapports ne sont pas tels qu'on puisse les considérer comme ayant appartenu à une même époque. Il en est à plus forte raison ainsi de la flore des terrains du trias dont la végétation a un caractère complètement différent.

En effet, quoique ces derniers soient caractérisés comme les formations permieniennes par des végétaux gymnospermes de l'ordre des conifères, les uns et les autres n'ont pas les mêmes genres. Les conifères sont signalés par les *Foltzia* et les *Pinites* chez les terrains triasiques, tandis que le genre *Walachia* caractérise les flores houillères et triasiques et ne pouvait pas se représenter dans les formations du trias, puisque ces végétaux ne sont pas parvenus au delà des schistes ardoisiers de Lodève.

Le genre *Walachia*, composé de plusieurs espèces dans ces schistes comme dans le groupe houiller, est l'un des principaux caractères de la végétation des environs de Lodève, à en juger par le nombre des individus que l'on y découvre. Les deux flores différaient d'une manière encore plus essentielle par l'absence, dans l'une d'elles, des Cycadées, famille de l'ordre des gymnospermes. Cette famille a paru dans l'ancien monde à partir du groupe houiller ; seulement les genres qui ont brillé à cette époque ne sont pas les mêmes que ceux du trias. Quant à la classe des monocotylédons, composée de végétaux plus compliqués, les espèces qui en ont fait partie n'ont apparu que lors du dépôt des grès bigarrés, et par conséquent n'ont pas pu faire partie de la flore qui appartient à une époque plus ancienne.

Ces particularités, dont l'importance est facile à saisir, prouvent que l'on ne peut guère assimiler la végétation du trias à celle des environs de Lodève, beaucoup plus restreinte dans le nombre des familles, des ordres et même des classes qui en font partie. Toutefois, les schistes ardoisiers offrent une famille de gymnospermes, les Nœggérathiées, que l'on n'observe pas dans les terrains du trias. Cette différence n'est pas sans influence sur les caractères des deux végétations.

Des caractères non moins essentiels distinguent la flore des terrains houillers de celles dont nous cherchons à reconnaître l'origine. Les Équisétacées, de la classe des végétaux acrogènes, se trouvent dans la première et nullement dans la seconde ; il en est de même de la famille des Sigillariées, qui appartient à l'ordre des végétaux dicotylédons gymnospermes.

L'absence de ces familles dans une flore et leur présence dans une autre sont des particularités d'une tout autre importance

que l'identité de plusieurs espèces dans des flores qui n'appartiennent pas à une même époque. Ainsi, quoiqu'il n'y ait rien de commun entre la végétation des schistes ardoisiers de Lodève et celle des terrains triasiques, on y voit parfois les mêmes espèces végétales. En effet, le *Lecopteris lodovenis*, que M. Ad. Brongniart a nommé ainsi en raison de ce qu'il a considéré cette fougère comme caractéristique de cette localité, se trouve néanmoins dans les grès bigarrés, du moins d'après M. Dufrenoy. On rencontre également le *Necropteris Dufrenoyi*, de Lodève, dans les mêmes formations. Ce *Necropteris* a également de nombreuses analogies avec le *Necropteris Foltzii*, comme celui-ci en a avec le *Necropteris elegans*; tous deux appartiennent à l'époque du dépôt des terrains du trias. Nous pourrions facilement citer d'autres exemples de ces faits si nous y attachions une grande importance. Ce qui caractérise une végétation n'est pas un certain nombre d'espèces communes, mais la variété et la différence des familles qui en font partie.

M. Adolphe Brongniart, auquel nous devons de si excellents travaux sur la flore de l'ancien monde, a fait remarquer qu'il existait plus de douze espèces communes entre celles des terrains houillers et la végétation des schistes ardoisiers, et huit seulement entre cette dernière et la flore des grès bigarrés. Le premier de ces chiffres s'est un peu augmenté depuis les travaux de M. Brongniart, tandis que le second est resté à peu près stationnaire. Cette circonstance prouve que la végétation des environs de Lodève a plus de rapports avec la flore des formations houillères qu'avec celle des terrains triasiques.

Un autre fait, et qui a aussi sa valeur, tient à la présence des *Annularia*, de la famille des Astérophyllitées et de l'ordre des conifères, dans les deux flores le plus anciennes; ce genre, dont les formes sont si particulières, n'a pas encore été observé parmi les plantes des grès bigarrés. On ne l'a pas non plus rencontré avant le groupe houiller, et il ne paraît pas avoir dépassé les schistes ardoisiers de la Tuilerie. Ce type générique n'est pas le seul qui présente de pareilles particularités; nous avons déjà fait remarquer qu'il en était de même des *Walchia*, de la famille des conifères et de l'ordre des végétaux gymnospermes.

Il existe enfin un caractère commun entre les flores houillère et permienne de la Russie et celle des environs de Lodève. Ce caractère ne présente aucune sorte d'ambiguïté, et sa valeur ne saurait être contestée: c'est la présence simultanée dans toutes les trois, d'un genre de la famille des Fougères, les *Callipteris*, genre

dont les espèces qui n'ont pas dépassé le dépôt des schistes ardoisiers ont entre elles d'assez grandes analogies. Cette circonstance prouve non-seulement les rapports qui existent entre la flore de ces schistes et celle du groupe permien, mais encore ceux qui lient la première végétation avec celle qui a caractérisé les formations houillères.

D'après l'ensemble des faits que nous venons de rappeler, les schistes de Lodève appartiennent plutôt aux terrains permien qu'à toute autre formation. On doit peut-être, en raison des particularités qu'ils présentent, les considérer comme en étant le groupe supérieur, du moins d'après la nature et la structure des roches qui en font partie, ainsi que par la forme toute spéciale qui les caractérise. En effet, on n'y voit pas la moindre trace de plantes marines de l'ordre des algues, abondantes cependant dans les terrains permien de la Thuringe. Ces derniers n'ont pas offert non plus, jusqu'à présent, le genre *Callipteris* de la famille des Fougères, quoiqu'on l'ait rencontré dans la flore permienne de la Russie et dans celle des environs de Lodève.

Ainsi, cette dernière flore est plus rapprochée de la végétation permienne de la Russie que de la flore qui a caractérisé les terrains permien de la Thuringe. Indépendamment des différences que nous avons déjà signalées, nous ferons observer que les genres *Taxiopteris*, de la famille des Fougères, et *Cryptomeris*, de l'ordre des conifères, ont été trouvés uniquement, du moins jusqu'à présent, dans le groupe permien de la Thuringe, tandis que le genre *Hæggerathia*, de la famille des Hæggerathiées de l'ordre des conifères, est commun aux deux autres flores.

Du reste, la végétation des terrains permien est moins variée sous le rapport des ordres, des familles et des genres qui la composent, que celle des formations houillères, dont la date est cependant plus ancienne. On ne voit pas du moins, dans les premiers terrains, de traces d'agames ni de cryptogames amphigènes; ils manquent également de Spsarénités et d'Équisétaées, familles des plantes acrogènes et de celles des Sigillariées et des Cycadées parmi les végétaux qui appartiennent à l'ordre des gymnospermes.

En résumé, la flore permienne de Lodève est caractérisée d'une manière spéciale par les gymnospermes des familles des Astérophyllitées et des Conifères. Cette dernière offre un genre, les *Walchia*, que l'on rencontre non-seulement dans les terrains permien de la Thuringe, mais encore dans les formations houillères. Toutefois les espèces de ce genre des environs de Lodève en diffèrent.

rent spécifiquement, mais en outre elles y sont en plus grand nombre, ainsi que les individus qui en faisaient partie. Aussi les espèces des *Walachia* composent la plus grande partie de la végétation des schistes ardoisiers de Lodève. Ces conifères, dont l'abondance était si grande à cette époque et l'aspect si pittoresque, ont cependant disparu de la scène de l'ancien monde à partir de ces schistes; depuis lors ils n'ont plus embelli les végétations qui se sont succédé à la surface du globe.

*Tableau des végétaux fossiles des schistes ardoisiers
des environs de Lodève.*

I. VÉGÉTAUX CRYPTOGAMES ACROGÈNES (BRONGNIART), OU OETHÉOGAMES
(DE CANDOLLE).

A. Famille des Fougères.

Neuropteris Dufrenoyi. Cette espèce, l'une des fougères les plus communes des environs de Lodève, s'éloigne d'une manière notable des *Neuropteris* des terrains houillers; elle est plus rapprochée des espèces des formations triasiques, ainsi que nous l'avons fait observer (1).

Une autre espèce de *Neuropteris* paraît assez voisine du *Neuropteris auriculata*; on a également rencontré cette dernière dans les terrains houillers, particulièrement dans les mines de houille d'Anzin près de Valenciennes; d'Oviedo dans les Asturies, de Saint-Etienne et de Graissessac (Hérault).

Sphenopteris artemisiifolia. Cette espèce paraît identique avec celle des mines de Newcastle en Angleterre.

Sphenopteris tridactylites. Cette espèce, observée dans les schistes de Lodève, diffère peu de celle que l'on découvre dans les mines de houille de Montrelais (Loire-Inférieure).

Une espèce de *Sphenopteris* de Lodève, assez rapprochée du *Sphenopteris latifolia*, quoiqu'elle paraisse en différer spécifiquement, a été également observée dans les mines de Sarrebruck.

Sphenopteris tridactylites. Cette espèce ne diffère pas de celle décrite sous le même nom et qui provient des mines de Montrelais.

Sphenopteris platyrachis. Cette espèce, que M. Brongniart avait décrite sous le nom de *Pecopteris platyrachis*, a été rangée plus tard dans les *Sphenopteris*.

Sphenopteris hymenophylloides, ou du moins une espèce assez voisine.

(1) La plupart des espèces que nous allons indiquer ont été décrites et dénommées par M. Adolphe Brongniart, dans son *Histoire des végétaux fossiles*.

Sphenopteris stricta, ou une fougère qui a de nombreux rapports avec celle décrite sous le même nom. Elle a été également rencontrée dans les mines de Newcastle, de Glasgow, du Northumberland et de Graissessac.

Il existe en outre, dans les schistes de Lodève, un *Sphenopteris* qui paraît intermédiaire entre le *Sphenopteris Dubuissoni* et le *Sphenopteris Hanninghausii*. Il en diffère toutefois par le rachis commun, dont la largeur est assez considérable. En outre, les pinnules de l'espèce de Lodève sont plus courtes et plus serrées que celles du *Sphenopteris Dubuissoni*.

Alethopteris Christolii. Ce genre des terrains houillers, institué par Sternberg, est composé d'une autre espèce, décrite sous le nom d'*Alethopteris Louchitii*. M. Brongniart a fini par adopter ce genre; il avait d'abord signalé cette espèce sous le nom de *Pecopteris Louchitica*.

Callipteris heteromorpha.

Callipteris Carronii. Ces deux espèces de *Callipteris* de Lodève ne sont pas les mêmes que celles des terrains permien de la Russie. M. Ad. Brongniart a désigné celles-ci sous les noms de *Callipteris Gæppertii* et *Vaugenheimii*.

Pecopteris orcopteroideus. Cette espèce a été rencontrée dans les terrains houillers d'Alais, de Lantín, près de Tarascon, dans le département de la Dordogne, ainsi que dans les mines de Graissessac.

Pecopteris. Une espèce qui a quelques rapports avec le *Pecopteris aquilina*, mais qui en diffère spécifiquement. Le *Pecopteris aquilina* a été également observé dans les mines de Graissessac.

Pecopteris alatu, ou du moins une espèce assez voisine de celle-ci, que l'on a trouvée à Hawkesbury-River, au port Jackson et à Stuttgart.

Pecopteris abbreviata. Cette fougère est semblable à des individus que nous avons reçus des mines d'Anzin.

Pecopteris dentata. Il en est de même de celle-ci, aperçue non-seulement dans les mines d'Anzin, mais encore dans celles de Saarbruck et d'Oviedo dans les Asturies.

Pecopteris lodovensis. Cette espèce n'est pas uniquement propre à Lodève; M. Dufrenoy l'a également observée dans les grès bigarrés.

Pecopteris Christolii. Cette fougère, voisine du *Pecopteris marginata* des houillères d'Alais, a les organes de sa fructification assez analogues à ceux des *Pteris*.

D'autres individus du même genre, mais trop mal conservés pour être déterminables, semblent indiquer des espèces différentes de celles que nous venons de désigner.

Cyclopteris obliqua. Cette espèce, dont les caractères sont si saillants, a été également observée dans les mines de houille du Yorkshire, de Saarbruck et de l'Aveyron.

Phlebopteris Phillipsii. Une espèce de ce genre, plus rapprochée de ce *Phlebopteris* que de tout autre: elle en diffère cependant spécifiquement.

B. Famille des *Lycopodiacées*.

Sommités florales ou fructifères, connues sous le nom de *Lepidostrobus*, appartenant à plusieurs espèces du genre des *Lepidodendron*. Ces sommités proviennent peut-être des *Lepidodendron elegans* et *gracile*.

Tige qui paraît se rapporter à quelques grandes espèces de *Lepidodendron*.

II. VÉGÉTAUX PHANÉROGAMES GYMNOSPERMES.

A. Famille des *Astérophyllitées*.

Annularia floribunda, Sternberg.

Annularia brevifolia.

B. Famille des *Næggerathiées*.

Næggerathia. Genre reconnu par des feuilles isolées, le plus souvent incomplètes, malgré leur nombre. On découvre parfois, avec ces feuilles, des fruits en général mal conservés.

C. Famille des *Conifères*.

Walchia Schlotheimii, Brongniart.

Walchia piniformis, Sternberg.

Walchia entassæformis, Brong.

Walchia Sternbergii, Brong.

Walchia hypnoides, Brong.

Tel est l'ensemble de la végétation dont les schistes ardoisiers de Lodève nous ont révélé l'ancienne existence par les empreintes des plantes qu'ils ont conservées au milieu de leurs couches. Ces plantes sont en partie communes aux flores houillère et triasique; mais les différences qu'elles présentent avec l'une ou avec l'autre prouvent que les végétaux de Lodève doivent avoir appartenu à une époque particulière et distincte. Les autres faits que nous avons rapportés rattachent cette époque aux dépôts permien; ils confirment par cela même les conséquences que nous avons déduites de l'observation de cette ancienne végétation, dont aucune espèce ne s'est perpétuée jusqu'à nos jours.

M. Cocchi présente la communication suivante de MM. le comte Spada et le professeur Orsini.

Quelques observations géologiques sur les Apennins de l'Italie centrale, par MM. le comte Al. Spada Lavini et le professeur Orsini.

Lorsque le géologue parcourt, du nord au sud, la partie des Apennins qui sépare la Toscane des États-Romains, il marche à travers une longue suite de schistes argileux, de calcaires albères, de grès, et se trouve ainsi toujours entouré de la formation du *macigno*, objet, dans ces derniers temps, de tant de controverses et que tout le monde regarde aujourd'hui, d'après les savantes observations de M. Murchison, comme le représentant de la craie supérieure et du terrain éocène. Mais aussitôt qu'il est arrivé à quelques milles au nord-est d'Urbino, les choses changent complètement ; il voit tout à coup apparaître sous les roches précédentes une nouvelle série d'assises calcaires et quartzeuses, qui, en se prolongeant vers le sud, s'élèvent graduellement et forment des montagnes au sein desquelles se développent, par séries successives, la craie inférieure, le terrain néocomien, l'oolithe et enfin le lias. Nous avons parcouru, dans toute son étendue, cette longue série, depuis son origine jusqu'à la grande chaîne de Monte-Corno, de Maiella, dans les Abruzzes, et finalement jusqu'à Cesi, près de Terni. Les observations faites par nous à ce sujet et rapprochées de celles de MM. les professeurs Pouzi et Scacchi nous ont convaincus que le même ordre géognostique continue plus avant encore, au midi, dans les États-Romains et dans le royaume de Naples.

C'est à l'extrémité de la Calabre qu'il faudrait chercher les terrains plus anciens ; mais les granites et les schistes d'Aspromonte attendent encore quelque géologue qui veuille bien se livrer avec ardeur à leur étude.

Nous ne parlerons que de cette partie des Apennins que nous avons visitée à plusieurs reprises, et nous essaierons de présenter en abrégé les faits les plus remarquables que nous avons constatés, et d'après lesquels nous avons établi l'ordre dans lequel nous avons disposé les roches qui composent ces terrains.

Le terrain jurassique, entouré de calcaires à Hippurites, forme des groupes distincts de montagnes qui se prolongent sur la même ligne, dans la direction générale nord-ouest et sud-ouest. D'autres groupes de montagnes moins élevées, formées des mêmes roches et ayant une direction parallèle, se détachent des flancs de cette chaîne centrale sur le versant de l'Adriatique, aussi bien que sur

celui de la Méditerranée. On voit des contre-forts adossés à ces montagnes; ils se composent de roches éocènes et miocènes; et c'est entre ces contre-forts et la mer que s'est déposé le terrain subapennin ou pliocène. Le parallélisme qui existe en général entre la chaîne centrale et les autres chaînes latérales moins élevées détermine la direction des vallées longitudinales qui ont plus ou moins de largeur et de longueur, tandis que celles qui se trouvent entre les contre-forts et la mer sont presque perpendiculaires à la direction générale des Apennins. Ces dernières vallées se sont toutes formées par des érosions, et c'est par leurs douces sinuosités qu'elles rendent encore plus riante et plus pittoresque cette belle partie de l'Italie.

Pour achever la description orographique de cette partie montagneuse du pays, il nous faut signaler encore un fait assez important. Les montagnes de la ligne centrale, dont nous avons déjà marqué la direction, s'élèvent progressivement du nord au sud jusqu'à la chaîne de Monte-Corno, dans les Abruzzes, c'est-à-dire jusqu'au Grand Sasso d'Italia qui forme, comme l'a très bien remarqué M. Murchison, le point le plus culminant des Apennins. Au delà de ce point culminant, et dans la direction du sud, les montagnes s'abaissent de nouveau graduellement dans toute l'étendue des États romains et du royaume de Naples. Nous avons voulu mettre sous les yeux de nos lecteurs une figure schématique (Pl. XXXII, fig. 7), laquelle est destinée à donner une idée de la hauteur qu'y atteignent nos Apennins.

Pour ce qui est de la configuration de nos montagnes, elles ont une forme très symétrique et arrondie, jusqu'au point où commence la chaîne dite de la Sibilla. Les strates inclinées dans toutes les directions leur donnent la forme de coupes et de voûtes, de telle sorte que ces montagnes groupées ensemble en nombre plus ou moins considérable présentent aux yeux du spectateur de grands ellipsoïdes de soulèvements. Nous nous bornons à choisir comme exemple celui qui est formé par les montagnes du Catria (Pl. XXXII, fig. 2), où l'on voit les roches les plus anciennes se succéder jusqu'aux tertiaires moyennes.

Mais la scène change dès que ces montagnes se rapprochent davantage du point le plus culminant. Alors, en effet, les couches se trouvent redressées davantage, profondément disloquées, et ne se correspondent plus à la partie supérieure, de sorte qu'il en résulte une espèce de grande faille, ou bien des montagnes qui sont d'un côté très escarpées tandis que de l'autre elles sont doucement inclinées. La chaîne de la Sibilla forme un de ces groupes, e.

nous en représentons une coupe qui traverse le Monte Vettore, à la base orientale duquel on remarque une grande faille, qui pourrait faire croire que les grès tertiaires miocènes sont inférieurs à un grand dépôt calcaire et dolomitique que nous apprendrons bientôt à considérer comme le vrai lias inférieur (Pl. XXXI, fig. 5).

Nous concluons en rappelant ce que d'autres ont déjà constaté avant nous, c'est-à-dire qu'il y a deux formes lithologiques qui ont prévalu à deux périodes successives : 1^o le calcaire siliceux ; 2^o le grès argileux. On trouve la première dans cette immense série de bancs calcaires et de silex pyromaque qui formèrent des dépôts dans la mer pendant les époques jurassique et de la craie inférieure, et la seconde dès le commencement de la craie supérieure jusqu'à l'époque actuelle.

I. La plus ancienne des roches qu'on trouve dans nos Apennins, c'est la dolomie. Quelquefois elle est stratifiée, mais plus souvent aussi elle est massive et traversée par des fissures qui, tout en affectant un certain parallélisme, n'ont aucun rapport avec les véritables lignes de stratification. La texture de cette roche est plus ou moins cristalline, et souvent elle est percée de petits trous. Sa couleur, d'un blanc de neige, passe au blanc rosé ou jaunâtre ; et, dans ce dernier cas, sa cassure devient cœroïde. Cette dolomie manque tout à fait de débris organiques. Dans les montagnes de Cesi, de Spoleto, de la Ventosa, elle se présente sous la forme de grandes masses, et alors elle est toujours accompagnée d'un calcaire caverneux qui, semblable sous ce rapport aux roches d'éruption, renferme des fragments des différentes roches préexistantes.

II. Superposée immédiatement à la dolomie, se trouve une roche calcaire, ordinairement d'une couleur brunâtre-clair, et quelquefois blanchâtre. Elle forme des bancs dont l'épaisseur n'est pas très forte. Sa texture est fine, sa cassure conchoïde. La puissance de ce dépôt calcaire est de plusieurs centaines de mètres, comme nous le verrons lorsque nous en donnerons la description dans les coupes de la Sibilla et de Cesi. Les fossiles y sont très rares, et cependant il y a des localités où ils abondent. Les montagnes de Nocera, de la Sibilla, de Cesi sont de ce nombre. C'est là que nous avons recueilli en grande quantité l'*Ammonites bisulcatus*, Brag., l'*A. Conybeari*, Sow., et l'*A. fimbriatus*, Sow. ; et nous n'hésitons point à rapporter ce dépôt calcaire au lias inférieur. Mais nous avons des doutes relativement à la dolomie qui est au-dessous, et nous ne savons pas si nous devons la regarder comme faisant partie de cette même formation ou d'une autre

antérieure. Nous penchons cependant pour la première de ces deux hypothèses, parce que notre dolomie représente probablement le calcaire saccharoïde de la Toscane; ce calcaire a été placé par MM. les professeurs Savi et Meneghini dans leur lias inférieur, c'est-à-dire dans l'étage à *Ammonites bisulcatus*, Sow.; et ils ont été amenés à cette opinion par des arguments stratigraphiques et paléontologiques de la plus haute valeur.

Nous pouvons faire remarquer dès à présent que dans les bancs calcaires contenant un grand nombre d'*Ammonites bisulcatus*, on y trouve mêlés, mais moins nombreux, l'*Ammonites bifrons*, Brug., l'*A. serpentinus*, Schloth., et l'*A. comensis*, de Buch. La présence de ces espèces, considérées par quelques paléontologues comme appartenant exclusivement aux étages supérieurs, et se mêlant avec celles qui caractérisent un étage de formation antérieure, est un fait d'autant plus important que nous le verrons se répéter lorsque nous passerons à la description des roches suivantes. C'est pourquoi nous croyons nécessaire de déclarer dès à présent que tous les fossiles désignés par nous dans ce Mémoire ont été recueillis en place par nous-mêmes, et que nous en avons constaté la position et le gisement respectifs.

III. Au-dessus des roches calcaires de notre lias inférieur, on voit se ranger en stratification parfaitement concordante une autre suite de couches plus épaisses que les premières, et composées d'un calcaire compacte, d'une cassure irrégulière, teint en jaunâtre par le fer, et renfermant des cristaux de pyrite de fer. Les couches de ce calcaire ferrugineux sont séparées les unes des autres par de minces couches de marnes dures, ferrugineuses et argileuses. Ce second dépôt est beaucoup plus riche en corps organiques que le précédent; l'*Ammonites fimbriatus* surtout s'y trouve en grande quantité, et quelquefois avec des dimensions énormes. Nous y avons aussi recueilli les espèces suivantes: *A. Davai*, Sow., *A. normannus*, d'Orb., *A. sub-armatus*, Young, *A. muticus*, d'Orb., et des Térébratules, telles que: *Terebratula lampas*, Sow., *T. resupinata*, Sow., *T. Erina*, d'Orb., *T. Buchii*, Rom., et d'autres encore; c'est pourquoi nous avons pu conclure que ce dépôt représente incontestablement dans nos Apennins, autant par sa position stratigraphique que par les fossiles qu'il recèle, l'étage du lias moyen. Mais ici encore nous devons faire remarquer qu'aux espèces que nous venons de signaler, d'autres viennent se mêler avec une certaine abondance, telles que: *Ammonites radians*, Schloth., *A. comensis*, de Buch, *A. bifrons*, Brug., *A. serpentinus*, Schloth. Notre lias compte, à la Marconnessa et à Cagli,

180 mètres et au delà d'épaisseur; et il en compte davantage encore au Gatria, à Cesi et en d'autres lieux.

IV. De minces assises de calcaires rouges de brique, contenant de petits noyaux de silex verdâtre et alternant avec des marnes argileuses de la même couleur, forment un zone très étendue, qui varie de 20 à 60 mètres d'épaisseur. La stratification de cette zone est concordante avec celle des roches indiquées ci-dessus, et elle dessine sur les montagnes un de ces horizons géologiques si précieux pour l'observateur.

Ces calcaires et ces marnes rouges passent rarement au grisâtre ou au jaune clair. Elles renferment, partout où elles paraissent, une immense quantité d'Ammonites, de sorte que l'on peut dire que celles-ci composent quelquefois la roche en entier, tant elle est remplie de leurs débris. Nous n'avons pas recueilli moins de trente-quatre espèces dans cet intéressant étage, et nous espérons encore en découvrir de nouvelles.

M. d'Orbigny a énuméré seize de ces espèces dans son étage toarcien; ce sont : *Ammonites bifrons*, Brug., *A. serpentinus*, Schloth., *A. comensis*, de Buch, *A. mimatensis*, d'Orb., *A. radicans*, Schloth., *A. heterophyllus*, Sow., *A. sternalis*, de Buch, *A. insignis*, Schubl., *A. variabilis*, d'Orb., *A. discoides*, Ziet., *A. cornucopiæ*, Young, *A. complanatus*, Brug., *A. Levesquii*, Phill., *A. Desplacci*, d'Orb., *A. Hollandrei*, d'Orb., *A. primordialis*, Schloth., et enfin *A. Zetes*, d'Orb.

Mais il se mêle à tout cela un nombre, à la vérité moins considérable, d'autres espèces; ce sont : *A. fimbriatus*, *A. Davæi*, *A. muticus*, *A. sabarmatus*, *A. Normanianus*, *A. Actæon*, de l'étage moyen, et *A. Humphresianus*, Sow., *A. polymorphus*, d'Orb., et des milliers d'*A. taticus*, Pusch, qui, d'après le savant paléontologiste, appartiendraient à l'oolithe inférieure, c'est-à-dire à ses deux étages bajocien et callovien.

Malgré ce mélange d'espèces, qui est devenu, quant à nous, un fait aussi certain que naturel, comme nous essaierons de le prouver, nous n'hésitons point à considérer notre calcaire rouge marneux comme l'équivalent, dans nos Apennins, du lias supérieur. Ce calcaire, nous ne l'avons jamais vu former le sommet de nos montagnes, mais il est, au contraire, surmonté du dépôt suivant, avec lequel il concorde parfaitement.

V. Ce dépôt consiste dans une série de calcaires feuilletés dont les assises ont peu d'épaisseur et alternent avec des marnes dures et des silex pyromaques irrégulièrement disposés en rognons ou en lits très minces. La couleur de ce calcaire, c'est le blanc qui

passé en haut à un verdâtre très prononcé. Les marnes changent de couleur comme les calcaires, tandis que les silex pyromaques sont souvent rouges et quelquefois grisâtres ou jaunâtres.

Cette grande succession d'assises calcaires, de marnes, de silex pyromaques, compte plusieurs centaines de mètres en épaisseur, et l'on peut dire qu'elle est égale en puissance, et à elle seule, à tout le lias pris ensemble. Elle forme une grande partie des flancs et des sommets de nos Apennins, et nous croyons qu'elle peut représenter, par les fossiles qu'elle contient, notre terrain jurassique supérieur; c'est au moins ce qu'on peut parfaitement déduire de sa position stratigraphique, car partout on la voit rangée parallèlement entre la partie supérieure du lias et les calcaires à Hippurites de la craie inférieure, que nous allons décrire bientôt. Les fossiles que nous y avons pu trouver sont tous des fossiles caractéristiques du terrain jurassique supérieur; ce sont quinze espèces d'Ammonites, savoir : *Ammonites plicatilis*, Sow., *A. Duncanii*, id., *A. taticus*, Pusch, *A. Humphriesianus*, Sow., *A. polymorphus*, d'Orb., *A. Zygnodanus*, id., *A. simplex*, id., *A. athleta*, Phill., *A. Sabaudianus*, d'Orb., *A. Murchisoni*, Sow., *A. Sutherlandice*, Murch., *A. Livizzani*, Hauer, *A. Yo*, d'Orb., *A. Albertinus*, Cat., *A. quinquecostatus*, id.; à ces espèces viennent s'ajouter la *Terebratula dyphia*, de Buch, et une immense quantité d'*Aptychus lamellosus*, *A. longus*, *A. Parkinsoni*, et d'autres.

Cependant, si nous avons cru que ces données stratigraphiques et paléontologiques nous autorisaient à établir que cette formation représente pour le temps, si ce n'est pas totalement, au moins partiellement, la série oolithique, nous ne nous croyons pas pour cela également autorisés à poser des subdivisions correspondant à celles que l'on admet dans les travaux géologiques de France et d'Angleterre.

VI. Nous avons souvent remarqué que les plaques dans lesquelles se divisent les dernières de ces assises calcaires, qui se trouvent immédiatement au-dessous des calcaires hippuritiques, changent un peu d'apparence, deviennent plus friables, plus arénacées et plus minces qu'auparavant. Nous avons trouvé dans les monts de San Vicino et du Catria l'*Aptychus Diday*, Coq., et l'*A. Sesanonis*, id., décrits par M. Coquand comme ayant été recueillis par lui dans la partie inférieure du terrain néocomien, ce qui nous porterait à croire que les plaques calcaires renfermant ces deux espèces d'*Aptychus* représentent une sorte de transition entre notre oolithe supérieure et les calcaires crétacés hippuri-

tiques qui s'y trouvent toujours superposés d'une manière concordante.

VII. Le dépôt hippuritique est composé d'une grande série de bancs calcaires d'une forte épaisseur. Dans sa partie inférieure on trouve un calcaire dur, à cassure irrégulière, d'un brunâtre de plomb, présentant des veines spathiques blanches, et dans sa partie supérieure on voit un calcaire blanc, semi-cristallin, à cassure irrégulière et incertaine. On remarque souvent des bancs de dolomie interstratifiés avec ces deux calcaires. Ce dépôt qui, comme nous l'avons déjà dit, est très développé dans les Apennins, commence à paraître au nord du Gatria, sur les montagnes du Furlo; il s'étend ensuite vers le sud, en couronnant les crêtes de presque toutes ces montagnes. Quelquefois, c'est lui qui en forme toute la masse, et c'est ce qui arrive dans la chaîne de la Rossa et ailleurs. Sa puissance atteint le maximum dans les grandes chaînes des Abruzzes, où s'élèvent le Gran Sasso d'Italia et la Maiella. C'est là que nous l'avons approximativement évalué à 400 mètres. Il continue toujours à se montrer sur les montagnes hercyniennes du Roccamorice et dans toutes les autres des États-Romains et du royaume de Naples jusqu'à la dernière pointe de la Calabre, et en Sicile il reparait encore.

Les fossiles les plus répandus qu'on trouve dans ces calcaires sont les Hippurites. Il y en a une grande quantité dans le calcaire grisâtre inférieur aussi bien que dans le blanc. Nous avons recueilli dans le premier, à Nocera, le *Nautilus Fleurianus*, et nous avons remarqué à Castellamare, près de Naples, un grand nombre de Caprotines; mais ces fossiles sont tellement empâtés dans la roche, qu'il est impossible d'en détacher quelques morceaux reconnaissables. Dans le calcaire blanc on trouve une si grande quantité d'*Hippurites organisans*, des Moul., que l'on peut dire que toute la roche en est composée. Elle renferme encore l'*Hippurites dilatata*, Defr., l'*H. flexuosus*, Cat., le *Radiolites angeoides*, Lamk., *R. radiata*, d'Orb., *R. polyconites*, id., *R. pavonina*, Menegh., *Caprina adversa*, d'Orb., *Caprinella triangularis*, id., *Caprinula neapolitana*, Menegh., un très grand nombre de Nérinées, parmi lesquelles nous citerons les suivantes: *Nerinea Pailletana*, d'Orb., *N. subæqualis*, id., *N. pulchella*, id., *N. olisiponensis*, Sharpe, *N. uchauxiana*, d'Orb., *N. Requientana*, id. Enfin, nous en ajouterons d'autres, savoir: *Acteonella conica*, d'Orb., *Fusus royanus*, id., *Cardium subdinense*, id., *Globioncha Marrotiana*, d'Orb., et d'autres encore;

nous en pourrions nommer appartenant aux genres *Terebratula*, *Rhynchonella*, *Ringicula*, et différentes espèces de polypiers, au nombre desquels on remarque l'*Aspidiscus cristatus*, Milne Edw.

Nous avons provisoirement conservé le nom générique d'*hippuritiques* à tous ces calcaires qui représentent incontestablement la partie inférieure de la formation crétacée, dans l'espoir de pouvoir en donner un jour une description plus détaillée, et ce qui nous confirme dans cet espoir, c'est leur grande richesse paléontologique, ce sont les fossiles néocomiens que nous avons pu constater dans les assises supérieures au terrain jurassique; ce sont enfin les deux formes lithologiques qu'elles conservent constamment, même à de grandes distances.

VIII. La grande masse crétacée dont il vient d'être question est suivie d'une autre série de roches très variées qui se superposent à cette masse d'une manière concordante, et forment ainsi notre terrain crétacé supérieur jusqu'au calcaire à Nummulites, un peu au-dessous duquel on voit paraître pour la première fois les débris organiques de quelques espèces tertiaires. Partout où de grandes fissures ouvrent l'accès aux investigations géologiques, lorsqu'on examine la série des différentes roches crétacées supérieures, rarement on trouve cette série complète, tantôt une roche, tantôt l'autre y manque; quelquefois même une roche qui, à tel endroit, est d'une forte épaisseur, s'amincit et s'efface presque entièrement, et cela souvent à une petite distance. Cependant, en prenant pour type les séries qui sont complètes et bien développées, comme serait celle, par exemple, qui est adossée à la chaîne du Catria, après des observations longues et répétées, nous sommes parvenus à établir l'ordre suivant de la série ascendante.

Un calcaire tendre, à cassure irrégulière et terreuse, d'un rougeâtre foncé à l'extérieur, et d'un joli rose à l'intérieur, va graduellement se confondre, par une suite de changements lithologiques, avec une grande masse de schistes marneux d'un rouge de brique, et très semblables aux marnes rouges du lias supérieur. Ces schistes marneux rouges, en s'élevant, deviennent bigarrés, verts, gris et rouges, et puis ils se colorent totalement en grisâtre, en verdâtre, et ils conservent cette nuance jusqu'au contact du calcaire nummulitique. En outre, des couches de calcaire tendre et argileux (l'albêrèse des Toscans), dont la couleur, communément jaunâtre, est quelquefois brunâtre et presque noire, paraissent fréquemment, mais non pas constamment, parmi les schistes grisâtres et verdâtres qui se trouvent au-dessus des rouges. Ces

couches calcaires se développent même d'une manière remarquable sur quelques points de nos Apennins, mais jamais autant qu'en Toscane, où nous les avons vues composer à elles seules des montagnes entières. Dans cette partie des Apennins que nous avons entrepris de décrire, ces couches ont peu d'épaisseur ordinairement, et alternent alors avec les schistes, mais il arrive souvent aussi qu'on n'aperçoit pas une seule couche de ce calcaire albérèse dans toute la série des schistes. Et ici ne finit pas la description compliquée de ce dépôt de la craie supérieure. Il est un autre calcaire très important qui s'interpose localement aux schistes crétacés : c'est celui que les Toscans désignent sous le nom de *pietra forte*. Ce calcaire est noirâtre, psammitique et très dur. Son aspect lithologique, qui n'appartient qu'à lui, le fit jadis confondre avec le *macigno*. Nous le trouvons parfaitement décrit dans les beaux travaux de MM. les professeurs Savi et Meneghini. Cette couche paraît irrégulièrement dans quelques parties de la Toscane, et nous ne l'avons vue qu'une seule fois chez nous à Acqua-Santa, près d'Ascoli. Là elle ne renferme point de fossiles; au moins on n'en a pas rencontré jusqu'ici; mais en Toscane les fossiles y abondent. Comme nous avons fait des études sur ces fossiles, nous sommes heureux d'annoncer dès à présent qu'une grande lacune sera bientôt comblée, et que tous les doutes à l'égard de notre dépôt crétacé supérieur seront levés (1).

Au contraire, nos schistes et notre calcaire albérèse sont tellement dépourvus de débris organiques que nos longues investigations n'ont pas été très fructueuses à ce sujet. Cependant les quelques fossiles que nous y avons trouvés suffisent pour consolider notre classification, puisqu'ils appartiennent aux espèces que les paléontologues rattachent à la formation de la craie supérieure. Nous citerons quelques exemples, savoir : *Pecten membranaceus*, d'Orb., *P. matronensis*, id., *P. Esparillaci*, id., *P. cretaceus*, id., *Ostrea canaliculata*, id., *Lucina lenticularis*, Gold., *Clipaster Leskei*, id., *Pygorhynchus sopititanus*, d'Arch., *Amorphospongia ficoidea*, Gold., *Inoceramus*, sp. etc. A tous ces fossiles s'associe une

(1) M. le marquis Ch. Strozzi a découvert et recueilli de nombreux Ammonites, Scaphites, Turrillites, Inocérames, etc., et beaucoup d'autres fossiles très intéressants et très bien conservés dans la *pietra forte* de plusieurs localités de Toscane, et tandis qu'il travaille assidûment à en augmenter le nombre, il en prépare, conjointement avec M. Meneghini, une importante description accompagnée de magnifiques gravures.

immense quantité de Fucoides, d'espèces pour la plupart inédites, auxquels se mêle souvent la jolie *Cystoscistes Orsini*.

IX. Une autre grande série de roches, la plupart arénacées et argileuses, se trouve déposée, en montant, en parfaite concordance avec toute la formation crétacée. À la base de cette série de roches on remarque le calcaire nummulitique avec ses nombreux foraminifères. Dans le Gargano, en effet, dans la Maiella et en d'autres endroits, quelques-uns de ses bancs sont formés par des myriades de Nummulites de différentes espèces fortement comprimées et très adhérentes à la roche. Ce calcaire est blanc et semi-cristallin près d'Ascoli, dans la Maiella et au Gargano; mais sur la chaîne de la Sibilla, près de Foligno et en Toscane il est, au contraire, arénacé et fragmentaire, et devient presque noir et semi-cristallin au Pizzo di Sivo et à Matera. La forme lithologique est donc aussi variable que la position est constante dans l'ordre stratigraphique de succession, dans lequel il marque un horizon géologique très important qui sépare d'une façon assez tranchée la formation crétacée de la formation tertiaire éocène.

Nous avons déjà dit que les premiers fossiles d'espèces évidemment tertiaires ont été trouvés par nous entre les schistes argileux placés immédiatement au-dessous du calcaire nummulitique, lesquels, étant intimement liés aux schistes crétacés et ne se distinguant de ceux-ci que par les fossiles qu'ils renferment, forment le passage entre la craie supérieure et le terrain éocène. Ces fossiles sont : *Teredo Tournali*, Leym., *Icrea ramosa*, Mich., *Macropneustes pulvinatus*, Ag., *Ostrea tarbelliana*, d'Orb., etc., tandis que dans le calcaire nummulitique superposé nous avons pu énumérer, avec l'*Ostrea Hersilia*, la *Terebratulina tenuistriata*, d'Orb., et les espèces suivantes de Nummulites, savoir : *Nummulites complanata*, Lamk., *N. Carpenteri*, Haime, *N. Tchihatcheffi*, d'Arch., *N. intermedia*, id., *N. mollis*, id., *N. Brongnarti*, Haime, *N. perforata*, d'Orb., *N. Lucosana*, Defr., *N. Meneghini*, Haime, *N. Ramondi*, Defr., *N. Guettardi*, Haime, *N. biaritzensis*, d'Arch., *N. striata*, d'Orb., *N. discorbina*, d'Arch., *N. exponens*, Ziet., C. Sow., *N. granulosa*, *N. Leymeriei*, Haime, *N. spira*, de Roissy, *N. garauensis*, Leym., *N. Lamarcki*, Haime, *N. irregularis*, Desh., *N. distans*, Desh., *N. latispira*, Menegh., *N. curvispira*, id., *N. crassispira*, id. (inéd.), *N. Orsini*, id. (inéd.), *N. Pilla*, id. (inéd.).

En suivant la description de notre terrain éocène, dans l'ordre ascendant, nous ferons remarquer que l'on voit le plus souvent, au-dessus du calcaire nummulitique, des schistes mar-

neux minéralogiquement semblables aux schistes crétacés qui sont au-dessous. Des couches calcaires, très semblables par la texture et l'aspect à celles de l'albérèse, alternent avec ces schistes. C'est pourquoi le savant géologue, M. Paul Savi, leur a donné depuis longtemps le nom d'*albérèse supérieure*, distinguant ainsi deux dépôts calcaires presque lithologiquement identiques, mais qui sont rangés cependant, l'un au-dessous, l'autre au-dessus du calcaire nummulitique; le premier est crétacé, le second éocène.

Les calcaires de l'albérèse supérieure deviennent quelquefois noirâtres, fétides, bitumineux, de sorte qu'une espèce d'asphalte s'en écoule comme il est aisé de le constater près de Forca di Valle, au pied du Monte Corno, et dans la même chaîne sur le mont Baccaccio et ailleurs. Cette série calcaréo-schisteuse atteint souvent la puissance de 200 mètres, et est surmontée par le macigno toujours en stratification concordante. Le vrai type du macigno est un grès micacé très dur, d'une grande ténacité, compacte, et composé de granules de quartz fortement liés ensemble par une petite quantité de ciment calcaire et de petites paillettes de mica argenté plus ou moins abondantes. Le jaunâtre est la couleur que le macigno prend à sa surface et par les actions atmosphériques; mais, en le frappant d'un coup de marteau, on découvre immédiatement sa couleur véritable: c'est un gris d'acier plus ou moins foncé. Les éléments arénacés du macigno sont quelquefois plus volumineux, de telle sorte qu'il se change graduellement en un poudingue, dans lequel il n'est pas rare de trouver des cailloux roulés de roches cristallines, savoir: de granite, de mica-schiste, de gneiss, etc., etc. Ces cailloux, étrangers à nos montagnes, et la masse étonnante de petits grains de quartz et de mica qui composent cet immense dépôt nous portent à croire qu'il n'a pas pu être formé par les détritiques des roches apennines préexistantes, mais que ce sont les vagues de la mer éocène qui ont dû transporter ces éléments des points les plus éloignés.

Le macigno occupe de grands espaces dans l'Italie centrale. Nous l'avons vu former presque entièrement les Apennins de Bologne et de la Toscane, et ensuite se ranger sur les flancs de la chaîne apennine jusque dans les Abruzzes. Mais c'est bien là qu'on peut dire que son développement est colossal. En effet, la chaîne du Pizzo di Sivo qui, en se prolongeant dans la même direction que celle de la Sibilla, traverse tout le pays du N.-O. au S.-E., est toute composée de macigno, dont les bancs ont une épaisseur qui atteint quelquefois 20 mètres, et s'élèvent jusqu'à

2400 mètres au-dessus du niveau de la mer. A la base de cette chaîne, et le long de la profonde vallée d'Umite, on remarque la série suivante de haut en bas :

Éocène.	{	1 ^o Macigno arénacé.
		2 ^o Schistes marneux. Calc. albérèse supérieur.
		3 ^o Calcaire nummulitique.
Craie supérieure.	}	4 ^o Schistes marneux bigarrés. Calc. albérèse.

La même succession de roches éocènes et crétacées se répète au pied de la chaîne de la Sibilla, du Gran Sasso d'Italia, et en beaucoup d'autres endroits; mais elle est sujette à des variations analogues à celles que nous avons constatées parmi les membres de la série crétacée. Quelquefois, en effet, le calcaire albérèse supérieur manque avec ses schistes, et alors on voit le macigno s'appuyer directement sur le calcaire nummulitique, et même alterner avec celui-ci. D'autres fois, ou, pour mieux dire, très souvent, c'est le calcaire nummulitique qui manque absolument, et, dans ce cas, il est très difficile et presque impossible de tracer avec quelque précision une ligne de démarcation entre la formation crétacée et la formation tertiaire éocène.

Nos roches éocènes, supérieures au calcaire nummulitique, recèlent peu de fossiles. Les calcaires et les schistes renferment différentes espèces de Fucoides; les restes animaux n'y manquent pas cependant complètement, et nous aurons à en citer quelques exemples, tels que : *Ostrea pyrenaica*, d'Arch., *Pecten Therrenti*, id., *P. Boissyi*, id., *Cardium subdiscors*, d'Orb., *Natica Fulcanti*, id., *Cyclas pisum*, id., *Conus diversiformis*, Desh., *Crassatella Nystiana*, d'Orb., *Sphaerodus lens*, Agass., *Otodus trigonatus*, id., etc., etc.

X. Une grande série de couches, aussi compliquée que la précédente et concordant avec le macigno, lui est superposée. Ces couches représentent notre terrain tertiaire moyen ou miocène, car elles sont à leur tour recouvertes par le dépôt pliocène, comme on le verra par la suite.

Nous parlerons de notre terrain miocène suivant la méthode que nous avons employée à l'égard des deux formations précédentes, c'est-à-dire que nous prendrons pour type les séries les plus développées que nous avons particulièrement examinées dans les Abruzzes, dans l'Ascolano, dans la marche d'Ancône, près de Sinigaglia, près de Mondaino, etc., et nous comparerons les roches de ces différentes localités et leurs rapports stratigraphiques. Par cette méthode nous sommes parvenus à établir l'ordre suivant de

succession, qui doit cependant être regardé, non pas comme identique partout, mais comme le plus fréquent.

De haut en bas :

- 1° *Grès quartzeux*, un peu moins dur et tenace que le vrai *macigno*, mais qui, souvent, lui ressemble ; ce grès alterne avec des marnes schisteuses, avec des couches de calcaire impur et fragmentaire, et avec des lignites.
- 2° *Gypse* alternant avec des marnes fissiles, ichthyolitiques, qui recèlent un grand nombre de poissons et conservent des traces de débris organiques tels que des insectes, des plumes d'oiseaux, des grenouilles, des feuilles, etc.
- 3° *Grès quartzeux* qui, en s'élevant, devient moins compacte que le précédent numéro ; il est jaunâtre et très semblable à la *panchina* pliocène ; il alterne avec des marnes schisteuses ou sans stratification, et rarement avec quelques couches de calcaire friable et fragmentaire.

Toutes ces roches, par leur apparence, se confondent si insensiblement avec les roches éocènes en bas et avec les pliocènes en haut, qu'il est impossible de tracer des lignes de démarcation qui ne soient pas artificielles entre nos trois dépôts tertiaires.

Mais quoiqu'on puisse considérer avec beaucoup de probabilité l'étage moyen de nos roches tertiaires plutôt comme représentant une grande transition entre l'éocène et le pliocène que comme un terrain proprement dit et indépendant, nous lui avons néanmoins conservé la dénomination de *miocène* : 1° parce que le peu que nous connaissons de sa composition s'accorde avec ce qui caractérise ce terrain dans des localités connues et mieux examinées que les nôtres ; 2° parce que les trésors paléontologiques de nos gypses (qui ne sont pas encore connus, mais qui le seront bientôt) (1) nous font pressentir que le temps n'est pas éloigné où il sera possible d'établir, avec exactitude, les rapports qui existent entre nos dépôts tertiaires et ceux des autres parties de l'Europe.

(1) M. Scarabelli, qui s'occupe assidûment de l'étude des terrains tertiaires de la Romagne, a une riche collection de fossiles de cette formation d'argile et de gypse, ayant réuni à la sienne celle formée pendant de longues années de recherches par feu Proraccini Ricci. Ces fossiles appartiennent surtout à la classe des insectes et à celle des poissons. Ces derniers surtout sont très nombreux, et une très belle collection s'en trouve aussi au Musée de Pise. M. I. Cocchi s'occupe dans ce moment de l'étude de cette faune intéressante, presque entièrement inconnue jusqu'ici, et, si nous ne pouvons pas en donner

Pour le moment, nous nous bornerons à indiquer les fossiles que nous avons recueillis, pendant nos excursions, dans les grès et les marnes miocènes de nos Marches et des Abruzzes.

<i>Megasiphonia Parkinsoni</i> .	<i>Area turonica</i> , Dujard.
<i>Tarritella taurinensis</i> , Sism.	— <i>subdiluvii</i> , d'Orb.
— <i>replicata</i> , Brocc.	<i>Lucina hiattelloides</i> , Bast.
<i>Scalaria retusa</i> , Bell.	— <i>miocenica</i> , Mich.
— <i>lamellosa</i> , Brocc.	— <i>apenninica</i> , Doderl.
<i>Cerithium crassum</i> , Dujard.	— <i>subtransversa</i> , Sism.
— <i>bicinctum</i> , Brocc.	<i>Nucula interrupta</i> , Nyst.
<i>Nassa Basteroti</i> , Mich.	<i>Astarte exigua</i> , d'Orb.
<i>Ostrea Pilla</i> , Menegh.	<i>Tellina bardigalensis</i> , d'Orb.
<i>Pecten dubius</i> , Brocc.	— <i>Basteroti</i> , de la Jonk.
— <i>flabellatus</i> , Lamk.	<i>Leda interrupta</i> , d'Orb.
— <i>subcompositus</i> , d'Orb.	<i>Spatangus Chitonatus</i> , Sism.
— <i>subcavus</i> , d'Orb.	<i>Ceratotrochus duodecim-costatus</i> ,
<i>Janira bardigalensis</i> , d'Orb.	M. Edw.
— <i>flabelliformis</i> , DeFr.	— <i>multispinatus</i> , M. Edw.
— <i>microptera</i> , Menegh.	<i>Trochocyathus Bellingherianus</i> ,
<i>Cardium trigonium</i> , Sism.	M. Edw.
<i>Cardita Jouanneti</i> , Desh.	<i>Sphaerococcites cartilagineus</i> ,
— <i>monilifera</i> , Dujard.	Young.

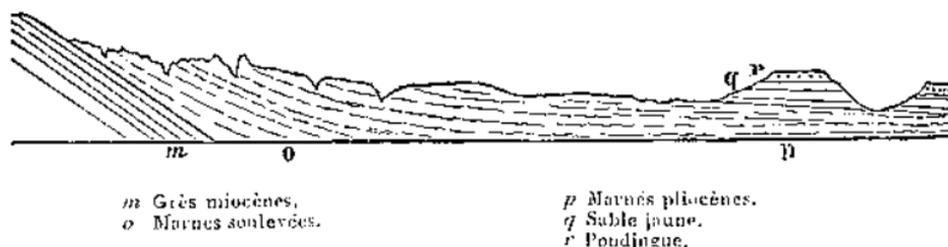
C'est parmi les roches miocènes que l'on trouve deux minéraux très importants, savoir : le charbon et le soufre. Le charbon, ou pour mieux dire le lignite, se rencontre dans quelques localités à la partie inférieure du terrain miocène, où il forme des bancs qui ont quelques centimètres d'épaisseur, mais qui arrivent quelquefois jusqu'à plusieurs mètres, et qui alternent avec les grès et avec les marnes. Ce lignite est ordinairement de mauvaise qualité; mais il est des couches qui en fournissent d'excellent, brûlant avec facilité et dont on peut même obtenir du coke. Les principaux gisements se trouvent sur les monticules miocènes de Sogliano, sur ceux de la Carpigna, dans la Sabina; dans les Marches, près de Pitino; dans les Abruzzes, près de Montorio, et ailleurs.

Le soufre se trouve en petite quantité, à l'état amorphe ou cristallin, dans les roches qui donnent la pierre à plâtre propre-

dès à présent les résultats, nous espérons les voir paraître prochainement. La description de la carte géologique de cette province, que M. Scarabelli doit publier dans peu de temps, nous mettra en état de connaître complètement et dans tous ses détails cette formation, aussi bien que sa faune.

ment dite; mais il est si abondant dans les grès et les marnes miocènes de Perticara, près de Rimini, qu'on l'y exploite depuis longtemps.

Sur une grande étendue, des marnes argileuses, friables et blanchâtres, s'appuient sur les grès miocènes. Ces marnes forment par elles-mêmes des collines stériles et désertes, des éboulements desquels jaillissent des sources d'eau salée. A leur point de contact avec les grès miocènes on les voit en suivre le soulèvement; mais, au fur et à mesure qu'elles s'en éloignent, elles vont se confondre avec les marnes pliocènes dont le gisement est presque toujours horizontal. La coupe ci-dessous que nous avons prise à Bretta, près d'Ascoli, fait voir cette intéressante transition, qui se répète dans tous les endroits où il est possible de la suivre. Nous y avons retracé, au point de vue de la théorie, la succession des sables jaunes et des poudingues qu'en réalité il faudrait chercher plus à l'est, en s'approchant davantage de l'Adriatique.



XI. Les marnes subapennines pliocènes sont ordinairement terreuses, friables, et passent de la couleur bleue au blanchâtre. Leurs grandes masses sont de temps en temps traversées par des couches irrégulières de sable plus ou moins fin et riche en fossiles. Et c'est de l'horizontalité de ces couches sableuses qu'on peut déduire, et celle des marnes avec lesquelles elles alternent, et leur parallélisme avec les sables jaunes qui les couronnent.

Le sable jaune (Brocchi) forme un grand dépôt dont les couches ont une épaisseur inégale. Il est composé de petits grains de quartz et de petites paillettes de mica argenté réunis ensemble, avec plus ou moins de ténacité, par un ciment calcaire. Au-dessus de ces sables et de ces grès jaunes on voit souvent se ranger parallèlement de gros bancs de cailloux, roulés et solidifiés par un ciment calcaire ferrugineux. Les éléments de ces poudingues viennent tous des roches apennines. Nous y avons constaté toute la série, qui nous est parfaitement connue, depuis le lias inférieur jusqu'aux grès miocènes. Nous avons enfin

remarqué que c'est dans les sables grossiers, qui forment une espèce de passage entre les sables jaunes et les poudingues, qu'on trouve des ossements d'Éléphants, de Rhinocéros et d'autres mammifères. Les sables de Ripatranzone, dans la province de Fermo, en renferment abondamment, et l'origine marine du dépôt est attestée par les coquilles qu'on y trouve mêlées.

Nous nous éloignerions du but et de la brièveté que nous nous sommes proposés si nous énumérions l'immense quantité d'espèces de coquilles fossiles qui ont été recueillies dans notre terrain pliocène, depuis l'illustre Brocchi jusqu'à nos jours. Nous aimons mieux renvoyer nos lecteurs aux importants ouvrages qui en donnent la description, et particulièrement aux grandes collections de Rome et de la Toscane.

Les marnes pliocènes, les sables jaunes et les poudingues s'étendent sur de grands espaces le long des deux versants subapennins; ils forment des collines arrondies, dont la pente est très douce et dont la hauteur dépasse rarement 600 mètres au-dessus du niveau de la mer. Nous devons cependant faire remarquer que les marnes inférieures soulevées de Bretta et d'autres localités atteignent naturellement de plus grandes hauteurs; tel est le mont de l'Ascension, près d'Ascoli, qui est élevé de 1136 mètres.

XII. Différentes roches d'origine marine ou d'eau douce, et renfermant des débris organiques d'animaux et de plantes identiques avec les espèces vivantes, sont déposées par lambeaux plus ou moins étendus au-dessus de notre terrain tertiaire pliocène. Toutes ces roches, nous les rattachons en général à l'époque plioscène; mais l'étude en est si difficile et si compliquée, leurs transitions avec les dépôts actuels sont si fréquentes et si insensiblement graduées, qu'il faudrait s'étendre beaucoup pour en donner une description complète et détaillée. Nous n'en dirons qu'un mot en passant; et encore nous bornerons-nous à ce qui est absolument nécessaire pour achever l'énumération de toutes nos roches.

On remarque souvent à l'extrémité du littoral de l'Adriatique et de la Méditerranée des couches de grès siliceux très semblables au véritable grès pliocène; ces couches sont horizontales et concordantes avec les sables jaunes. Ce dépôt, partout où nous l'avons examiné, dans l'Abbruzze, à Grotta à mare et en d'autres endroits, compte de 10 à 40 mètres d'épaisseur. Et presque partout on y trouve une grande quantité de coquilles marines et de Rhizopodes, d'espèces identiques avec celles qui vivent dans la mer voisine. Ces grès sont analogues à ceux de Livourne, que

M. les professeurs Savi et Meneghini ont indiqués sous la dénomination générique de *panchina pliocénica*; et nous les croyons synchrones aux conglomérats volcaniques de Porto d'Anzo, de Pozznoli, d'Ischia, etc., qui recèlent les mêmes espèces de fossiles, avec cette seule différence que ces derniers se formèrent des débris des roches volcaniques préexistantes, et la *panchina* des débris des sables jaunes et des autres roches pliocènes.

Le calcaire d'eau douce, ou le travertin, s'étend en lambeaux épars dans les États romains et en d'autres lieux de l'Italie. Le travertin, assez connu pour qu'il soit inutile de le décrire ici, se trouve à des hauteurs différentes sur toutes les roches préexistantes, selon que les circonstances en ont favorisé le dépôt. Près de Rome, par exemple, on voit le travertin gisant directement sur le sable jaune, à une hauteur qui ne dépasse que de quelques mètres le niveau de la vallée du Tibre. Près d'Ascoli et dans les Abruzzes, nous le voyons au contraire à des hauteurs plus considérables; tantôt il est sur les poudingues pliocènes, tantôt, comme près d'Acqua santa, en stratification horizontale et discordante avec le macigno et avec les schistes crétacés; et enfin à San-Marco, au pied du Monte dei Fiori, nous le voyons former, à 600 mètres au-dessus du niveau de la mer, un grand dépôt de 120 mètres et au delà d'épaisseur, en stratification horizontale et discordante avec le macigno qui est au-dessous. En réfléchissant sur ce dernier gisement du travertin, qui est le plus élevé que nous connaissons, on se prend forcément à songer à l'énorme différence entre la configuration du sol durant l'époque pendant laquelle le travertin se déposait et durant l'époque actuelle. En effet, pour concevoir la formation de ce grand dépôt calcaire de San-Marco, il faut supposer que jadis un lac vaste et profond se trouvait sur ces hauteurs, et que la vallée du Tronto n'existait pas. Les fossiles que le travertin recèle ordinairement sont des coquilles terrestres et fluviatiles, et une grande quantité de tiges, de feuilles, de fruits de plantes, appartenant à des espèces vivantes. Nous y avons remarqué l'*Helix lucorum*, *H. aspersa*, *H. carthusiana*, *H. collina*, le *Cyclostoma elegans*, et beaucoup d'autres espèces des genres *Lymnea*, *Paludina*, *Planorbis*, *Ancylus*, etc., etc.

Il existe aussi une brèche, très semblable au travertin, composée de fragments anguleux de roches apennines, à ciment calcaire très tenace, qui forme une espèce de grosse croûte au bas de mont Gatria, du côté du sud, et s'étend à quelques milles jusqu'à l'ouverture de la vallée d'Urbia.

C'est avec cette roche que les Romains construisirent les ponts

qui existent encore dans cette partie de la *Via Emilia*. Il est à remarquer que la grande croûte formée par cette brèche ancienne est sujette à d'énormes et fréquents déplacements, de sorte qu'en glissant sur le dos des roches calcaires, elle y a tracé des stries semblables à celles qui sont produites par l'action glaciaire.

Nous croyons enfin qu'il faut rapporter à l'époque pliocène deux dépôts différents de cailloux roulés, dont le premier est entièrement composé de roches apennines. C'est à Grotta à mare et à Martin Sicuro, près de l'embouchure du Tronto, qu'on peut l'examiner bien mieux qu'ailleurs. Ces cailloux dépassent infiniment en volume ceux qui sont charriés actuellement par le fleuve. Nous en avons mesuré qui ont 1^m,50 et même 2 mètres de diamètre. Ils sont épars et isolés ou bien agglomérés sur les marnes pliocènes qui forment le fond de la vallée.

Le second de ces dépôts de transport est composé de cailloux un peu plus gros qu'un œuf de poule, qui appartiennent aux roches de l'Apennin, mais surtout à des roches plus anciennes, telles que le granite, le gneiss, le mica-schiste, le porphyre, etc.; et, puisque ces roches ne se trouvent pas dans nos Apennins, il faut qu'elles proviennent d'autres chaînes plus éloignées. C'est sur les collines de Tomba, près de Pesaro, qu'on peut voir ces roches transportées; et nous ignorons jusqu'où elles peuvent s'étendre du côté du nord.

Enfin, il est une autre roche que l'on observe accidentellement dans les couches inférieures du travertin; elle prend quelquefois un tel développement, qu'elle vaut la peine qu'on en parle: c'est l'arragonite. Elle est blanche ou légèrement teinte de jaunâtre; on la reconnaît très facilement à sa belle structure fibreuse; elle s'étend, en bancs très épais, un peu au-dessus de la grande source thermale hydrosulfureuse d'Acqua-Santa.

Nous résumerons notre description par les trois tableaux placés à la fin de ce mémoire.

Le premier tableau est destiné à faire voir la succession de nos terrains et des différents dépôts qui les représentent. Nous avons cherché à indiquer en peu de mots la forme lithologique habituelle qui les caractérise et les différentes formations dans leur ordre de superposition. Nous avons ajouté pour chaque terrain un certain nombre de fossiles choisis parmi les plus caractéristiques de chaque terrain, et que l'on y rencontre le plus fréquemment.

Le deuxième tableau fait voir l'étendue verticale et la transition d'un étage à l'autre des différentes espèces d'Ammonites détermi-

nées par M. le professeur Meneghini, d'après plus de 1000 exemplaires choisis et pris en place.

En commençant par le lias inférieur, nous trouvons cet étage caractérisé par l'*Ammonites bisulcatus*, Sow., et l'*A. Conybeni*. Sow., dont nous n'avons jamais trouvé aucun fragment dans les étages supérieurs. L'*A. fimbriatus* se trouve, plus rarement, dans ce même étage inférieur, il devient très fréquent et prend un volume énorme dans l'étage moyen, et ensuite il est très rare dans l'étage supérieur. L'*A. bifrons*, Brug., et l'*A. comensis*, de Buch, sont rares dans les étages inférieur et moyen, et l'on peut en recueillir des milliers dans l'étage supérieur, tandis que l'*A. septentinus*, Schloth., est toujours rare dans les trois étages.

Dans l'étage moyen on voit paraître assez fréquemment l'*A. mimatensis*, l'*A. Davoti*, l'*A. subarmatus*, l'*A. Normanianus*, l'*A. radians*, l'*A. muticus*, et plus rarement on les voit dans l'étage supérieur.

Les 21 espèces suivantes sont représentées presque toutes par un grand nombre d'individus, et nous les avons exclusivement trouvées dans l'étage supérieur du lias.

L'*A. polymorphus* et l'*A. Humphriesianus* se trouvent constamment aussi bien dans l'étage du lias supérieur que dans le terrain qui suit, c'est-à-dire dans l'oolithe, où le second est d'un volume gigantesque. L'*A. taticus*, Pusch, se montre toujours partout où paraît le lias supérieur en quantité immense, et on le trouve également dans les assises du terrain jurassique supérieur.

Les 12 dernières espèces ont toujours été trouvées par nous exclusivement dans ce dernier terrain.

Le troisième tableau représente l'étendue horizontale des différentes espèces d'Ammonites. Les matériaux paléontologiques ont été puisés par nous-mêmes :

1° Dans les travaux très importants, concernant la formation secondaire des Alpes, publiés par MM. les professeurs Sismonda, de Hauer, Zigno, Catullo, Collegno, etc. ;

2° Dans les travaux géologiques et paléontologiques sur la Toscane de MM. Paul Savi et Meneghini ;

3° Dans la collection paléontologique faite par nous-mêmes dans les Apennins de l'Italie centrale, et soigneusement déterminée par notre excellent ami M. Meneghini.

Le terrain jurassique supérieur est constamment caractérisé, dans les Apennins aussi bien que dans les Alpes, par l'*Ammonites plicatilis*, Sow., tandis que parmi nos 16 espèces d'Ammonites.

il y en a 2 qui sont communes aux montagnes de Nice, 9 aux Alpes vénétiennes, et 5 à celles du nord-est ou du Tyrol.

Dans le lias supérieur, l'identité paléontologique entre les Apennins et les Alpes est encore plus frappante. Nous avons pu marquer dans le tableau 25 espèces d'Ammonites qui se trouvent également dans les roches apennines et alpines du même étage. En outre, les Ammonites d'Erba, près de Côme, ressemblent tellement, par leur fossilisation, leur conservation et leur couleur, à celles de Cesi, de Cagli et du Subasio, qu'il serait impossible de les distinguer si elles étaient mêlées ensemble.

Le lias moyen est peut-être aussi distinct dans les Alpes que dans les Apennins, mais malheureusement les données paléontologiques nous manquent pour opérer le rapprochement.

Enfin, le calcaire noir de Côme, de Varena et d'autres localités des Alpes est caractérisé, comme celui de la partie inférieure du lias de nos Apennins, par une grande quantité d'*Ammonites bisulcatus*, Sow.

La coupe n° 1 (Pl. XXXII) représente la vue du mont Catria au nord, longeant le chemin qui va des Abruzzes à Urbino, et se trouvant presque dans la direction générale des Apennins. Cette coupe tend à montrer quelle est la forme et la composition de nos montagnes dans cette étendue, où les schistes argileux sont les roches les plus anciennes qui y aient été soulevées.

La coupe n° 2 (Pl. XXXII) représente la chaîne du Catria, où l'on voit émerger les roches plus anciennes, savoir : le calcaire hippuritique, l'oolithe et le lias. En effet, lorsqu'on part de Cagli et qu'on suit l'ancienne route romaine qui porte toujours le nom d'*Emilia*, et qu'on la suit le long du torrent Burano, on parvient au pied du mont Tenetro. Ce mont est séparé du mont Petrano par une fente large et profonde, à l'aide de laquelle on peut étudier à son aise les trois divisions du lias, *b*, *c*, *d*, et la grande série des assises oolithiques qui est au-dessus. Toutes les couches qui composent ces terrains recèlent une immense quantité de fossiles, et spécialement des *Ammonites* et des *Aptychus*. En montant ensuite le mont Catria, on arrive à la grande formation hippuritique (*f*) qui en forme les sommets, dont l'un s'appelle Monte Acuto, et l'autre, qui est le plus élevé, Catria. Lorsqu'on examine attentivement les derniers calcaires feuilletés ou en plaquettes, qui alternent avec des marnes terreuses placées immédiatement au-dessous du calcaire hippuritique, on s'aperçoit que leur aspect lithologique diffère sensiblement de celui des assises oolithiques. En effet, elles deviennent plus tendres, plus impures, un peu plus aré-

naées que ces dernières, et, pour peu qu'on y fasse des recherches, on peut y recueillir des *Aptychus* d'espèces néocomiennes. En outre, au-dessous de cette pointe, vers le nord-est, on voit un grand éboulement, au fond duquel jaillit une source appelée Fonte vernosa. Cet éboulement met à découvert, de haut en bas, 1° les assises oolithiques, 2° les calcaires et les marnes rouges du lias supérieur avec des Ammonites, 3° les calcaires ferrugineux moyens du lias avec des Térébratules, etc. Cet intéressant éboulement ne peut pas figurer sur notre profil à cause de sa coupe horizontale; et cependant nous ne voulons pas en omettre totalement la description. En descendant le mont Catria, par le flanc oriental, on marche pendant longtemps sur les couches très puissantes du calcaire hippuritique, lesquelles plongent sous des calcaires de couleur rose, qui sont à leur tour couverts par des schistes argileux. Au nord-est de notre coupe et au pied du mont Nerone, où nous avons aussi indiqué le commencement du macigno qui vient après, on voit de même le calcaire hippuritique plonger au-dessous de la formation crétacée supérieure.

La coupe n° 3 (Pl. XXXII) figure la vallée d'Urbia, qui commence au pied méridional du Catria, un peu au delà d'Isola Fossara, et en se prolongeant ensuite du N.-E. au S.-O., dans une direction presque parallèle à celle de la coupe n° 2, finit en débouchant près de la Scheggia, dans la grande vallée longitudinale du Scatino. En parcourant cette vallée, dans la direction indiquée N.-E. et S.-O., on y remarque l'ordre ordinaire de succession de la craie et du terrain jurassique inférieur et supérieur (*g, f, e, d*) qui, au mont Forcella, plonge en *a, c*, sous les schistes argileux de la craie supérieure. Le calcaire hippuritique et le calcaire teint en rose, très développés au nord-est du Catria, manquent donc entièrement dans les montagnes de la Scheggia; et c'est là un des faits très nombreux que nous avons remarqués, par lesquels on constate la disparition imprévue d'un ou de plusieurs membres de la série. Dans les schistes argileux qui forment le mont de la Scheggia, on peut voir un bel exemple d'un de ces étranges plissements qui se répètent si souvent dans les Apennins. Les roches liasiques et oolithiques de la vallée d'Urbia sont aussi riches en fossiles que celles du mont Tenotro.

La coupe n° 4 (Pl. XXXII) représente les monts de Cesi. Nous nous en sommes occupés, parce que nous avons trouvé une identité lithologique et paléontologique absolue entre ces monts et ceux du Catria (fig. 2), qui se trouvent à une distance de 90 kilomètres. Cependant la partie inférieure du lias, qui est si bien développée

à Cesi, laisse à peine paraître des traces au fond du torrent Bucano. En effet, en montant la chaîne des montagnes de Cesi, du côté dit de Elecgrossa, à peu de distance de ladite ville, on remarque, tout au bas, une dolomie très puissante (*a*) et accompagnée d'un calcaire caverneux qui empâte des fragments de roches de toute espèce. Des couches de calcaire brunâtre *b* du lias inférieur, renfermant une très grande quantité d'*Ammonites bisulcatus* et des Bélemnites, se superposent à cette dolomie. Ces couches sont recouvertes par celles du lias moyen et du lias inférieur *c*, *d*; et les dernières particulièrement sont très riches en Ammonites parfaitement conservées. Si l'on continue à monter, les assises oolithiques ne tardent pas à paraître; et plus haut encore, on découvre enfin le calcaire hippuritique, qui, profondément altéré par les agents atmosphériques, couronne d'un nombre immense d'escarpements et de pics toute la sommité de la chaîne. Cette succession de roches s'enfonce vers l'ouest sous le calcaire albérèse et les schistes de la crête supérieure.

La coupe n° 5 (Pl. XXXII) a été prise d'un versant à l'autre, dans la direction de l'ouest à l'est, à travers la chaîne de la Sibilla et celle de Monte dei Fiori qui lui est parallèle. En partant du plateau de Norcia et en gravissant le mont Copair et ensuite les montagnes de la Ventosa, on marche toujours sur les extrémités des couches de la série du lias *b*, *c*, *d*, laquelle, plongeant à l'est, s'appuie sur une grande masse dolomitique *a*. L'étage du lias inférieur y est très développé, et ses couches, rangées par gradins, sont très riches en *Ammonites bisulcatus*. Il est très difficile de distinguer le lias moyen *c* du supérieur, à cause de la végétation et des forêts qui couvrent les sommités de ces montagnes; mais, en descendant vers le plateau du Castelluccio, on voit paraître de temps à autre, parmi les hautes herbes de cette vaste prairie, les assises oolithiques avec leurs *Aptychus*, etc. Ce dernier plateau, long de 8 kilomètres et large d'à peu près autant, s'étend jusqu'à la base du mont Vettore. Près de Fonte alle Trocche, à la base occidentale de cette montagne, on voit paraître le calcaire nummulitique *k* avec les roches crétaées *i*, *h*, *f* au-dessous, lesquelles s'élèvent ensemble et forment le pic qu'on appelle Vettoretto. On aperçoit ensuite une longue succession d'assises oolithiques *e* qui renferment, au sommet du mont Vettore, une grande quantité d'*Aptychus lamellosus* et différentes espèces d'Ammonites. En descendant, autant qu'il est possible, à l'est, le flanc escarpé du mont Vettore, on verra se succéder, les unes après les autres, les couches du lias telles que nous les avons divisées et finissant par s'appuyer de ce côté, comme

du côté de la Ventosa, sur la dolomie. En côtoyant au sud le flanc moins escarpé et en tournant vers l'est, on parvient à Le Pietraro, d'où l'on peut voir les extrémités des couches *d*, *e*, *b* brisées, et la masse dolomitique *a* vers laquelle paraissent plonger les hautes du macigno miocène *m*. Cette faille, parallèle à la direction de la chaîne de la Sibilla, s'avance beaucoup dans l'Abruzze; mais, comme nous n'avons pas suffisamment poussé nos recherches vers le midi, nous ne pouvons pas en dire davantage. En continuant à parcourir notre coupe, on remarquera les grès miocènes *m* passant graduellement au macigno éocène *l* qui est au-dessous, et à la base duquel, près de Quintodecimo, on voit se ranger le calcaire nummulitique *k*. Si de Quintodecimo on se tourne vers le sud, on voit alors toutes les roches *m*, *l*, *k* s'élever et former la grande chaîne du Pizzo di Sivo, haute de 2400 mètres et parallèle à celle de la Sibilla et à celle de Monte dei Fiori. Mais si l'on suit notre coupe vers l'est, on voit le calcaire nummulitique se ranger presque constamment sur les schistes crétacés, jusqu'au voisinage de Castel Trasimo. Et à ce point, une grande érosion, telle que la vallée du fleuve Castellano, le sépare d'un petit lambeau *k* qui est toujours à sa place, sur le Monte dei Fiori; et ensuite on trouve les calcaires albérèse, les assises oolithiques et enfin les différents calcaires liasiques, presque tous remplis de fossiles, et qui, là seulement, sont reconnaissables par leur aspect lithologique et leur position stratigraphique.

La coupe n° 6 (Pl. XXXII) va du nord au sud et s'accorde avec la coupe précédente. Elle fait voir la succession des formations tertiaires *o*, *n*, *m*, *l*, et ensuite les roches crétacées, oolithiques et liasiques *i*, *f*, *e*, qui, par une anticlinale brisée au sommet, se répètent en *e*, *f*, *i*, *l*, *m*, en se prolongeant vers l'Abruzze.

Conclusions.

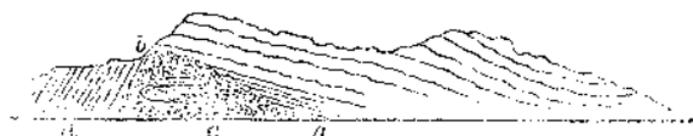
I. Les formes lithologiques des roches apennines, tout en présentant d'innombrables variétés, conservent des caractères constants dans chacun de leurs étages stratigraphiques qu'on reconnaît aisément, à l'aide de ces caractères, lors même qu'il y a absence complète de fossiles, ce qui n'est pas rare. Un exemple important de ce que nous venons d'avancer est donné par le calcaire rouge ammonitifère du lias supérieur, identique avec celui d'Erba (Como), et par conséquent très différent de celui plus ancien de la Toscane et de celui plus récent des Alpes vénétiennes. Mais si ces caractères sont en général distincts, les transitions se présentent

communément si graduées, si nuancées, qu'il devient impossible de marquer exactement la limite entre les formations successives. Et dans ce cas se trouvent particulièrement les assises calcaires qui appartiennent évidemment par les fossiles au système jurassique supérieur, et celles qui semblent appartenir au terrain crétacé inférieur ou néocomien. On trouve au contraire une distinction remarquable entre les différents calcaires hippuritiques sans qu'il ait été possible, jusqu'à présent, d'en déterminer paléontologiquement la séparation. La structure prédominante de ce calcaire hippuritique, particulièrement à sa partie supérieure, c'est la structure semi-cristalline, presque dolomitique, fragmentaire, qui se trouve si souvent aussi dans d'autres contrées, et à laquelle ressemble infiniment une des formes que prend au même endroit le calcaire nummulitique.

II. L'ordre stratigraphique prédominant dans toute la série géologique apennine est celui qui se trouve absolument concordant depuis le lias inférieur jusqu'au miocène, en comprenant aussi dans ce dernier les marnes argileuses non fossilifères placées au-dessous des marnes subapennines, et qui, à la différence de ces dernières, s'élèvent jusqu'à 1136 mètres au mont de l'Ascension. Le terrain subapennin seul est donc discordant; mais l'interposition indiquée de ces marnes, qui prennent graduellement un gisement horizontal par une succession d'angles qui s'élargissent de plus en plus, nous porterait à croire que ce terrain, au lieu d'être absolument discordant avec le miocène qui est au-dessous, ne fait que présenter une transgression : en un mot, nous aimerions mieux admettre un *mouvement contemporain* qu'un *mouvement antérieur* au dépôt du pliocène.

La *concordance* générale sur laquelle nous insistons n'exclut point les accidents partiels de *discordance* locale. Nous en trouvons un bel exemple dans le terrain oolithique de Monte Cucco près de l'ermitage des moines, où nous voyons ses assises se redresser presque verticalement, tandis que le calcaire hippuritique s'étend au-dessus en couches horizontales; mais à quelques pas de distance l'ordre reparaît et les mêmes couches très minces du terrain jurassique supérieur se disposent d'une manière concordante au-dessous du calcaire hippuritique.

Cette disposition est représentée dans la figure ci-après.



a Calcaire à dalles, oolithique.
 b Calcaire à Hippurites.
 c Débris moderne en désagrégation, forêt et route qui conduit à Permillage.

Les schistes argileux crétacés, et même éocènes, présentent les plissements les plus compliqués entre des couches plus solides qui très souvent ne paraissent point y participer.

Un autre exemple enfin d'un bouleversement de stratification et, par conséquent, de *discordance locale*, se remarque fréquemment dans les gypses miocènes, qui présentent aussi des failles plus ou moins compliquées.

III. La série géologique que nous avons pu déterminer, dans les Apennins de l'Italie centrale, est constituée par les étages suivants :

Lias inférieur.	Étage crétacé supérieur.
— moyen.	
— supérieur.	
Terrains oolithiques.	
Étage néocomien ?	
— hippuritique.	— éocène.
	— miocène.
	— pliocène.
	— pliocène.
	— pliocène.

Les dolomies gisant au-dessous du lias inférieur appartiennent probablement au même système; mais nous n'avons point de données suffisantes pour l'affirmer. Les trois étages liasiques distincts, dans tout le pays que nous venons d'étudier au triple point de vue lithologique, stratigraphique et paléontologique, ne présentent pas toujours la même puissance, car tantôt l'un, tantôt l'autre l'emporte. En général l'inférieur, qui se trouve le moins riche en fossiles, est le plus développé; le moyen est puissant aussi, tandis que le supérieur a toujours une étendue verticale excessivement limitée, ne comptant pas au delà de 30 mètres, à peu de chose près.

Le manque de données suffisantes nous oblige à réunir en un seul ensemble tous les terrains oolithiques.

C'est avec des doutes, et guidés exclusivement par l'examen d'un petit nombre de fossiles, que nous rattachons au néocomien un étage d'une épaisseur minime et fort peu distinct lithologiquement de l'étage précédent.

Nous ne proposons, pour le moment, aucune division dans l'énorme masse de notre étage hippuritique; mais nous croyons que de nouvelles études et une plus riche collection de fossiles pourront servir de guides pour établir, localement du moins, d'importantes divisions.

Nous croyons qu'il y a peu à espérer à l'égard de la série de roches qui représente tout l'ensemble de terrain de la craie supérieure, sauf ce qu'on pourra obtenir, par des rapprochements avec les précieux matériaux recueillis en Toscane. C'est à la période éocène que nous rattachons non-seulement le calcaire nummulitique, mais aussi le calcaire albérèse supérieur, les schistes et le macigno qui se succèdent dans un ordre ascendant; et même nous y rattachons quelques schistes inférieurs au calcaire à Nummulites qui pourraient bien être confondus, par l'aspect minéralogique, avec les schistes crétacés qui se trouvent au-dessous, s'ils n'étaient pas caractérisés par des fossiles tertiaires.

Nous croyons qu'outre les dépôts de lignite, les grès et les schistes qui s'y joignent, outre la plupart des dépôts gypseux, *marneux-gypseux-ichthyolithiques* et *phyllitiques*, on doit aussi rattacher au miocène les marnes soulevées jusqu'à la hauteur de 1000 mètres et plus au mont de l'Ascension (Pl. XXXII, fig. 44).

Les marnes bleues et les sables jaunes, stratifiés presque horizontalement, constituent la presque totalité de notre terrain subapennin ou pliocène.

Des travertins, de la panchina, des brèches et des conglomérats volcaniques et coquilliers représentent le plioستocène, auquel nous rattachons aussi deux dépôts d'alluvion, l'un composé de roches apennines et l'autre formé par un mélange de roches d'origine étrangère.

La série indiquée n'est pas complète partout. De nombreuses fentes naturelles mettent en évidence l'amoinissement graduel ou la disparition totale d'un ou de plusieurs membres de cette même série. Ce n'est qu'en quelques localités que nous avons pu soupçonner l'existence de notre étage néocomien, tandis qu'en général le calcaire hippuritique se range immédiatement au-dessous du calcaire indubitablement oolithique. Ce calcaire hippuritique atteint quelquefois un développement énorme; quelquefois il manque complètement, et les schistes crétacés supérieurs vont se confondre avec les assises du terrain jurassique supérieur. Mais, au contraire, ces mêmes schistes crétacés, si développés et si variés là où la série est complète, manquent absolument en d'autres endroits, et laissent le calcaire nummulitique s'appuyer

immédiatement sur l'hippuritique, ainsi qu'on peut le voir au cap Passaro, en Sicile, à la Maiella, et peut-être aussi au Gargano.

IV. Les fossiles désignés dans ce mémoire justifient la classification de nos terrains que nous avons proposée, et prouvent en même temps que les limites verticales de chacune des espèces sont bien loin d'être circonscrites par cette division d'étages que l'ensemble des observations pourrait faire adopter. Mais si plusieurs espèces se montrent dans différents étages successifs, il est néanmoins constant que le plus grand nombre des individus et leurs dimensions plus considérables servent à caractériser un étage déterminé. Chaque fois que ce dernier cas a lieu pour un grand nombre d'espèces occupant en même temps une grande étendue horizontale (et c'est ce qui arrive dans la partie supérieure du lias, l'étage alors se trouve nettement défini.

TABLEAU 1. Principales roches des Apennins de l'Italie centrale dans leur ordre de succession.

Pliocène.	{ Grès compacte du littoral, conglomérats volcaniques, travertins, aragonites, brèches du Monte-Catria, cailloux roulés, etc.		
Pliocène.	{ Conglomérats de cailloux. Grès (sable jaune de Brocchi), Marnes argileuses. ? Argiles (disloquées et soulevées).		
Miocène.	{ Grès macigno jaunâtre et marnes. Grès macigno compacte, calcaires fragmentaires impurs, gypse en couches alternant avec des marnes en dalles ou en feuillettes à empreintes de poissons et de feuilles.	<i>Megasiphonia Parkinsoni</i> , <i>Tarritella replicata</i> , Brocchi, <i>Pecten dubius</i> , Br., <i>Ostrea Pilla</i> , Magh., <i>Janina burdigalensis</i> , d'Orb., <i>J. stabelliformis</i> , d'Orb., <i>Cardium trigonum</i> , Sism., <i>Cardita Jonannetti</i> , Desh., <i>Arca tyronica</i> , Duj., <i>Lacuna hiattelloides</i> , Bust., <i>Centrotrochus</i> , <i>Trochocyathus</i> , <i>Spatangus</i> , sp., sp., etc., etc.	
Eurène.	{ Macigno, calcaire albâtre supérieur et schistes. Calcaire à Nummulites.	<i>Ostrea pyrenaica</i> , d'Arch., <i>Pecten Thorrenti</i> , d'Arch., <i>Nionmulites complanata</i> , Lk., <i>N. Carpenteri</i> , Hamme, <i>N. mollis</i> , d'Arch., <i>N. biarizensis</i> , d'Arch., <i>N. granulosa</i> , d'Arch., <i>N. distans</i> , etc., etc.	
	Schistes argileux avec fossiles terriaires.		
Craie supérieure.	{ Schistes argileux alternant avec le calcaire albâtre et avec la <i>pietra forte</i> . Schistes argileux, rouges à leur base, burilés à la partie moyenne, et grisâtres en haut. Calcaire compacte rosé.	<i>Pecten membranaceus</i> , d'Orb., <i>P. membranatis</i> , d'Orb., <i>P. Esquillaci</i> , d'Orb., <i>P. erectus</i> , Defr., <i>Inoceramus</i> , sp., <i>Fucoides</i> , etc., etc.	
Craie inférieure.	{ Calcaire compacte, blanc, un peu cristallin, et dolomie. Calcaire compacte, gris de plomb, et dolomie.	<i>Hippurites organisans</i> , Des M., <i>H. dilatata</i> , Defr., <i>Radiolites radiosus</i> , d'Orb., <i>Cappina adversa</i> , d'Orb., <i>C. triangularis</i> , d'Orb., <i>Acteonella conica</i> , d'Orb., <i>Merinea Pailletiana</i> , d'Orb., <i>N. pulchella</i> , d'Orb., <i>N. subaqualis</i> , d'Orb., <i>N. otisiponensis</i> , Schurpe, <i>Nautilus Pteridiansanus</i> , d'Orb., etc., etc.	
Néocomien.	{ Calcaire impur, verdâtre ou blanchâtre, et marnes en couches très minces.	<i>Aptychus Sessanensis</i> , Coq. <i>Aptychus Didayi</i> , Coq.	
Terrains tuffiliques.	{ Calcaire à dalles, verdâtre ou blanc, alternant avec des marnes dures ayant la même couleur, et du silex pyromaque.	<i>Ammonites plicatilis</i> , Sow., <i>A. Duncanii</i> , Sow., <i>A. Zignodanus</i> , d'Orb., <i>A. Yo</i> , d'Orb., <i>A. athleta</i> , Phill., <i>A. Sabaudianus</i> , d'Orb., <i>A. patricus</i> , Pusch, etc., etc.	
Lias	supér.	{ Calcaire argileux rouge, et marnes rouges ou très rarement grisâtres ou jaunâtres.	<i>Ammonites primordialis</i> , Schloth., <i>A. sternalis</i> , de Buch, <i>A. comensis</i> , de Buch, <i>A. bifrons</i> , Brug., <i>A. heterophyllus</i> , Sow., <i>A. nimbatus</i> , d'Orb., <i>A. insignis</i> , Schubl.
	moyen.	{ Calcaire compacte, jaunâtre, ferrugineux, alternant avec des marnes dures, ferrugineuses.	<i>Ammonites fimbriatus</i> , Sow., <i>A. subarmatus</i> , Young, <i>A. Normanus</i> , d'Orb., <i>A. muticus</i> , d'Orb., etc.; <i>Terebratula lampus</i> , Sow., <i>T. resupinata</i> , Sow., etc.
	infér.	{ Calcaire compacte, gris clair ou blanchâtre, à silex. Dolomie.	<i>Ammonites bisulcatus</i> , Brug., <i>A. Conybeiri</i> , Sow., <i>A. fimbriatus</i> , Sow., <i>A. bifrons</i> , Bug., etc.

TABLEAU 2.

N ^o des étages de M. d'Orbigny. (Ét. franc. et Prodrôme.)		MAS INFÉRIEUR. — Calcaire compacte, gris clair, à silex.	MAS MOYEN. — Calcaire compacte, ferrugineux, à <i>Terebratula lamellosa</i> , <i>T. resupina</i> , <i>T. fuchii</i> , etc.	MAS SUPÉRIEUR. — Calcaire argileux et marnes rouges.	TERRENS OOLITHIQUES. — Calcaire à baches, avec silex et marnes, <i>Aptychus lamellosus</i> , <i>Terebratula diphota</i> , etc.
15.	<i>Ammonites plicatilis</i> , Sow.				
19.	— <i>Duncanii</i> , Sow.				
12.	— <i>Zigodanans</i> , d'Orb.				
	— <i>Albertinus</i> , Gal.				
	— <i>simplex</i> , d'Orb.				
12.	— <i>athleta</i> , Phill.				
	— <i>cylindricus</i> , Sow.				
	— <i>quinquecostatus</i> , Gal.				
12.	— <i>Sabaudianus</i> , d'Orb.				
10.	— <i>Marchisone</i> , Sow.				
12.	— <i>Sutherlandia</i> , March.				
	— <i>Liozzoni</i> , Hauser.				
15.	— <i>Fo</i> , d'Orb.				
12.	— <i>tatricus</i> , Pasch.				
10.	— <i>Humphreysianus</i> , Sow.				
10.	— <i>polymorphus</i> , d'Orb.				
19.	— <i>primordialis</i> , Schloth.				
19.	— <i>Hollandrei</i> , d'Orb.				
18.	— <i>Massanans</i> , d'Orb.				
10.	— <i>Eudesianus</i> , d'Orb.				
8.	— <i>Acteon</i> , d'Orb.				
9.	— <i>mucronatus</i> , d'Orb.				
12.	— <i>Hammairi</i> , d'Orb.				
11.	— <i>linguiferus</i> , d'Orb.?				
9.	— <i>Desplacii</i> , d'Orb.				
9.	— <i>Levesquet</i> , Phill.				
9.	— <i>complanatus</i> , Brug.				
9.	— <i>cornu-copiae</i> , Young.				
9.	— <i>discoides</i> , Ziet.				
9.	— <i>variabilis</i> , d'Orb.				
9.	— <i>insignis</i> , Schab.				
9.	— <i>sternalis</i> , de Buch.				
9.	— <i>heterophyllus</i> , Sow.				
9.	— <i>Zetes</i> , d'Orb.				
9.	— <i>Faldani</i> , d'Orb.				
8.	— <i>radians</i> , Schloth.				
8.	— <i>Normanianus</i> , d'Orb.				
8.	— <i>subarmatus</i> , Young.				
8.	— <i>muticus</i> , d'Orb.				
8.	— <i>Davari</i> , Sow.				
9.	— <i>mimatensis</i> , d'Orb.				
9.	— <i>comensis</i> , de Buch.				
9.	— <i>serpentinus</i> , Schloth.				
9.	— <i>bifrons</i> , Brug.				
8.	— <i>sinbriatus</i> , Sow.				
7.	— <i>Conybeari</i> , Sow.				
7.	— <i>bisulcatus</i> , Sow.				

Le secrétaire lit la communication suivante de M. Michel Four.

Note sur les dépôts de minerai de fer pisiforme de la Haute-Saône, par M. Michel Four.

Depuis bien des années j'ai suivi l'exploitation des minerais de fer pisiforme de la Haute-Saône et notamment dans le canton d'Autrey qui est recouvert, aux deux tiers, de ce que M. Thirria a justement nommé *terrain du minerai pisiforme*, avec l'intention de connaître l'âge géologique de ces dépôts.

Maintenant je suis convaincu qu'il y a eu deux époques bien distinctes; que des moyens violents ont transporté ces minerais dans les plans qu'ils occupent, et qu'un espace de temps très long a séparé ces événements.

En un mot, le premier dépôt aurait eu lieu pendant l'époque erratique et le second pendant celle du déluge historique.

J'ai l'honneur de soumettre à la Société les preuves sur lesquelles mon opinion est basée.

On extrait le minerai de fer pisiforme en superficie, à ciel ouvert, en chasse dans des boyaux calcaires, et enfin en puits qui ont plus ou moins de profondeur: c'est de ce dernier moyen seul que je m'occupe en ce moment, persuadé que déjà tout a été dit et écrit sur les autres moyens d'extraction.

Il existe dans beaucoup de localités du canton d'Autrey, deux gîtes de minerai superposés et séparés par un intervalle de 4 à 5 mètres. Cette superposition est si connue que les mineurs appellent *cordon* le dépôt le plus rapproché du sol, et *mère mine* l'inférieur qui repose sur le calcaire portlandien.

Le premier est recouvert ordinairement par une marne blonde plus ou moins effervescente ou par un conglomérat de marne durcie, en fragments de la grosseur d'une noix à celle du poing, que l'on nomme *greluche* et qui est mêlé d'une marne ocreuse argileuse, tandis que le toit du dépôt inférieur est composé d'une argile blanche ou brune qui empâte des fossiles, de grands pachydermes dont les espèces sont perdues. Les argiles ne sont pas très pures: il y a quelques parcelles de calcaires, souvent un peu marneuses.

Le minerai de la mère mine diffère de couleur et de qualité avec celui du cordon; la puissance des couches est également plus forte dans le premier dépôt.

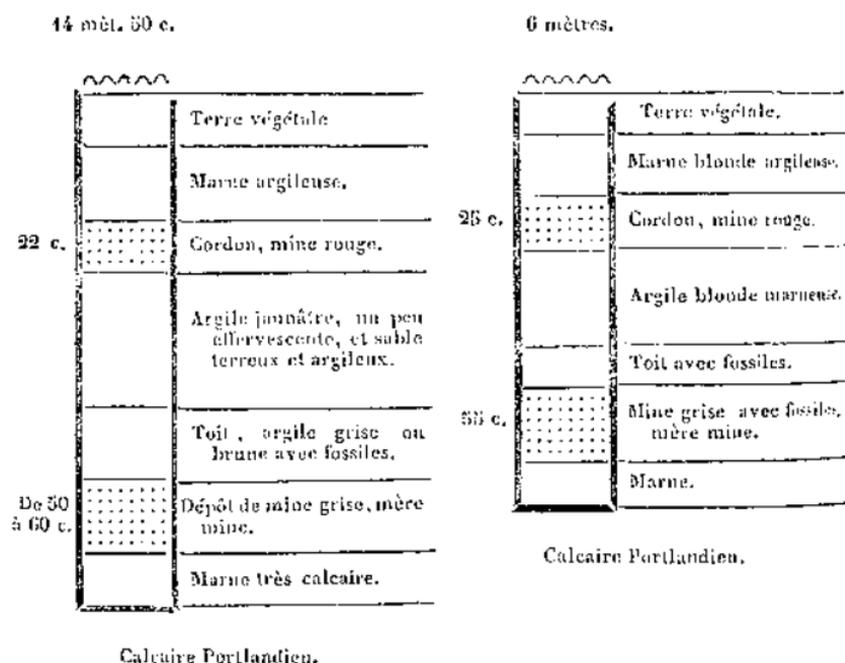
Là où le cordon manque, il est remplacé par ce conglomérat que l'on appelle *greluche*, lequel empâte quelques grains de minerai. Enfin, il existe, aux Champs blancs près de la ferme

de la Chamoiselle, au-dessus du cordon, un dépôt puissant de 2 mètres de marne blanche empâtant des débris de planorbes, et près du village de Broye-les-Loups un dépôt de lignite de 20 centimètres; la mère mine est à 5 mètres plus bas.

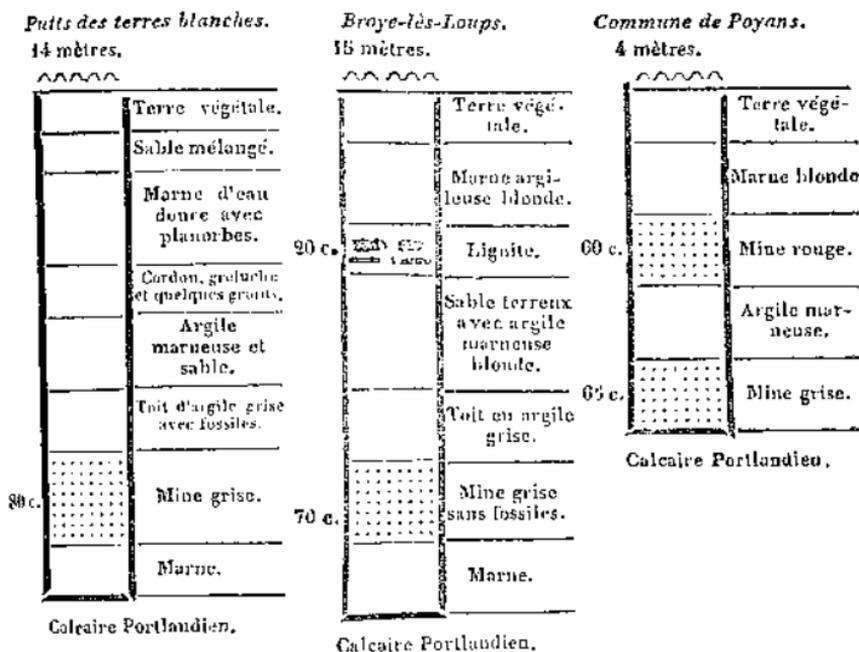
Je donne ci-après la figure de quelques puits, et j'envoie les échantillons de fossiles trouvés dans les deux gîtes, avec prière à mes collègues de vouloir bien les déterminer.

Le canton de Pesmes se trouve dans les mêmes conditions que celui d'Autrey pour les gîtes de minerais, leurs qualités et leurs fossiles, mais je ne l'ai pas encore exploré avec autant de persévérance.

*Puits visités au Bouchot, commune d'Autrey (Haute-Saône),
1854 et 1855.*



Comme la profondeur des puits varie aussi bien que l'épaisseur des couches et que ces puits sont bâtis, on ne peut mesurer tous les bancs.



L'époque géologique appelée erratique est la conséquence du soulèvement de la grande chaîne des Andes.

Il n'est pas donné à l'homme d'apprécier à sa juste valeur la perturbation qui en est résultée; le peu qui arrive à sa perception est que les mers bouleversées ont couvert une partie du globe terrestre, ont entraîné sur les terres émergées les sables, graviers, cailloux et argiles du fond des mers; que celles du nord ont couvert de leurs glaçons toute l'Europe; qu'après avoir franchi les montagnes de la Scandinavie, entraînant avec eux des blocs énormes de roches désagrégées, faisant sur leur passage de nombreuses stries, déposant des monticules de sables, graviers et blocs (ce qu'a dépeint M. Durocher en 1846, et ce que nous voyons en France depuis la Haute-Saône jusqu'à la Méditerranée), abandonnant sur leur passage les blocs monstrueux qui sont nommés erratiques, détruisant la faune et la flore de l'époque, ces glaçons ont fini par rester échoués contre les grandes chaînes de montagnes, et, par la suite des temps, lorsqu'ils ont été fondus, les blocs qui étaient restés empâtés dans leur sein sont restés sur place en Russie, en Pologne, en France, en Allemagne et jusqu'en Hongrie.

Mais la présence de ces glaçons en Europe n'a pu avoir lieu sans que la température baissât considérablement. Il a dû en résulter des froidures très intenses, qui ont formé d'énormes glaciers sur les grandes chaînes de montagnes. Quand on a vu les

superbes moraines des Vosges au-dessus d'Épinal (décrites par MM. Hogard, etc.); celles des vallées de Giromagny, Maneveau, Weisserling (si bien décrites par M. Ed. Collomb); celles de la vallée du Rhône et du Pô venant du val d'Aoste (par MM. Cl. Martins et Gastaldi en 1850), sans presque vestiges de glaciers modernes, ne doit-on pas penser qu'il a fallu des agents puissants pour charrier ces moraines et dire: Point de moraines sans glaciers, et *vice versa*? Inutile de dire que, pendant l'envahissement de la France par les mers, les minerais pisiformes ont été entraînés et déposés là où ils gisent maintenant et où ils ont été recouverts par des argiles plus légères qui empâtaient des ossements de Mastodontes, de *Cervus gigas*, etc., qui depuis cette époque n'ont plus reparu.

Après une longue suite de siècles le calme ayant succédé à cette horrible tourmente, une faune nouvelle apparut et remplaça les gigantesques pachydermes: ce sont des carnassiers de toutes espèces et de tous genres; peut-être même que l'espèce *homo* a paru avec les mammifères de cette époque, mais il ne pouvait y avoir que de rares individus.

Alors un nouveau cataclysme produisit un autre déluge qui, moins grand que celui de l'époque erratique, couvrit néanmoins toute l'Europe et d'autres régions, sépara des continents, creusa de grandes vallées, changea les cours de quelques fleuves, rompit les digues de grands lacs, charria les ossements d'animaux que l'on trouva dans quelques cavernes avec des pierres calcaires roulées et des limons, et remplit plusieurs vallées, comme celle du Rhin, d'une autre espèce de limon appelé loess. Enfin, c'est de cette époque que date le second dépôt de minéral pisiforme (appelé cordon) qui a rarement des fossiles et qui est souvent recouvert par des marnes d'eau douce.

Si j'avais vu les steppes de Russie et les pampas d'Amérique, peut-être les rapporterais-je à la même époque.

Depuis 1850, j'avais le projet de soumettre ces idées à la Société; j'ai toujours retardé, me trouvant de trop faibles moyens pour décrire de si grandes choses; il a fallu, pour m'y déterminer, que nos dépôts de minerais de fer pisiforme superposés vissent corroborer mon opinion sur ces deux grandes époques diluviennes.

Le secrétaire donne lecture de la notice suivante de M. Kœchlin-Schlumberger :

Notice sur la falaise entre Biarritz et Bidart,
par M. Kœchlin-Schlumberger.

N'ayant pu consacrer que deux jours à l'exploration des falaises entre Biarritz et Bidart, je ne puis avoir la prétention de fournir un travail complet, comme celui que M. Thorent a publié (1). Après une pareille étude, on ne peut plus que glaner; mais, comme quatre yeux voient, sinon mieux, du moins autrement que deux, il m'a semblé que les observations qui vont suivre pouvaient avoir quelque intérêt pour la Société et compléteraient, au moins dans une certaine mesure, ce qui a déjà été dit sur cette localité célèbre.

Je suivrai, dans ma description, le même ordre que M. Thorent, en commençant par le nord.

Je n'ai vu la Chambre-d'amour que de loin, c'est-à-dire du pied du phare: je ne puis donc rien en dire. Le massif élevé sur lequel est placé le phare est composé d'une roche argilo-sableuse, divisée en strates inégales par des bancs de 5 à 8 centimètres d'épaisseur qui offrent plus de résistance aux agents atmosphériques et font saillie. Ces bancs, plus solides, sont écartés dans le bas de 1^m5, dans le haut de moins de 5 décimètres. Dans la partie inférieure abordable, ils sont composés uniquement de Nummulites liées par une pâte très rare. La roche argilo-sableuse est bleuâtre dans le bas, jaunâtre dans le haut, et renferme plusieurs fossiles, principalement des Échinodermes, qu'on peut recueillir, ainsi que les Nummulites, dans quelques affleurements qui se trouvent entre l'extrémité sud de la falaise du phare et le moulin de Biarritz.

Voici ceux que j'y ai rencontrés :

- Nummulites biarritzensis*, d'Arch.
- Operculina ammonca*, Leym.
- Eupatagus ornatus*, Ag.
- Schizaster rimosus*, Ag.
- Cardita* (2).

(1) *Mém. Soc. géol.*, 2^e série, t. I.

(2) Elle est peu oblique; longueur 30 millimètres, largeur 19 millimètres, épaisseur 12 millimètres (système de M. d'Orbigny), et porte 26 côtes bien saillantes, rayonnantes, construites d'une manière toute particulière; elles sont divisées en trois parties dans le sens de la largeur, séparées par des sillons profonds et nets; ordinairement la côte médiane domine les deux autres, mais pas toujours; cette division est

Ostrea plicata, Defr.

Ostrea gigantea, Brand. (1).

L'extrémité sud du massif qui supporte le phare a ses bancs inclinés de 10 degrés vers le N.; sur les deux grands rochers baignés par la mer, entre le phare et la Roche Percée, le plus rapproché de cette dernière est incliné de 10 degrés environ vers N., 20 à 25 degrés O.; le second, de 15 à 20 degrés vers N., 20 à 25 degrés O. La partie de la Roche Percée qui regarde le phare est inclinée de 18 degrés vers N., 20 à 25 degrés O.

L'augmentation successive d'inclinaison à mesure qu'on avance vers le sud et la direction N.-O. ne sont pas sans quelque importance, comme on le verra par la suite.

Le massif d'Atalay et de la Roche Percée, dont la roche est plus solide, a résisté à l'action des vagues et avance dans la mer comme un éperou. Ce groupe de rochers, par sa position et ses accidents, offre l'aspect le plus pittoresque, qui devient grandiose quand la lame naugissante vient s'y briser et égayer la couleur noire de la

trois parties est plus sensible vers le milieu de la coquille, car à l'approche des côtés les côtes ne sont plus que dédoublées. Le bord palléal est fortement crénelé par les côtes. La surface extérieure est lisse, sauf des stries d'accroissement extrêmement fines, qu'on n'aperçoit qu'à la loupe, mais qui sont surtout visibles au fond de l'intervalle qui sépare les côtes. Cet intervalle, à section un peu carrée, est un peu moins large que les côtes. La charnière ne peut se voir sur mon échantillon.

(1) Mon échantillon, qui est une valve inférieure, ne s'accorde pas tout à fait avec les figures et les descriptions qu'on a données de cette espèce et dans lesquelles on a surtout fait valoir comme caractère sa grande épaisseur. Cet échantillon a 470 millimètres de longueur et 460 millimètres de largeur (système de M. d'Orbigny), et cependant sa plus grande épaisseur existant sur un bourrelet produit par l'adhérence de la coquille sur un corps étranger n'est que de 30 millimètres. A l'entour de l'empreinte musculaire, l'épaisseur n'est que de 3 millimètres, et en moyenne, pour toute la coquille, elle ne dépasse pas 40 millimètres. M. d'Archiac attribue aux fragments qui lui sont venus de Biarritz jusqu'à 40 millimètres d'épaisseur. La forme est plus creuse que dans les quatre figures que j'en connais; les bords sont contournés et minces; la région cardinale forme presque une ligne droite; le talon est court, le sillon du milieu est large et terminé vers le côté palléal par un bord un peu renflé, régulièrement hémisphérique; les deux espaces triangulaires, qui bordent de chaque côté le sillon, sont peu développés. Les figures (*Mém. Soc. géol.*, 4^{re} série, t. III, pl. VI, et 2^o série, t. I, pl. XVII) rendent très bien la disposition de ce talon.

roche par ses tourbillons d'écume, et quand la vague, s'engouffrant dans les vides, simule les coups de tonnerre.

La constitution de ces rochers est à peu près la même que celle de l'extrémité sud de la falaise du phare : ce sont toujours des bancs uniquement composés de Nummulites, alternant avec des bancs de calcaire argilo-sableux ; mais cet arrangement de couches paraît moins régulier qu'au phare. La partie inférieure de ce massif paraît contenir peu de fossiles ; mais on ne peut s'en assurer facilement, car, sur la plus grande partie du contour de l'Atalay, la mer empêche d'arriver en tout temps, et, là où la marée basse permet d'approcher, on ne peut voir que les couches les plus inférieures, presque toujours couvertes de végétations marines ou de croûtes résultant du séjour prolongé des eaux. C'est à la surface supérieure de ces rochers, à peu près au-dessus du vide qu'on appelle *Roche Percée*, qu'on rencontre des Échinodermes en assez grande abondance et quelques autres fossiles. Une autre place, non loin de là, un peu avant d'arriver au fond du vieux port, offre des baguettes de *Cidaris*, des Polypiers et quelques autres petits fossiles.

Voici ce que j'ai recueilli sur ces deux points :

Scyphia Samueli, d'Arch. (1).

Lunulites radiata, Lamk., de grosse taille.

Lunulites Bellardii (2), d'Arch.

Nummulites biaritzensis, d'Arch.

Scutella subtetragona? Grat.

Eupatagus ornatus, Ag.

Cidaris prionata, Ag.

— *acicularis*? d'Arch. (3).

(1) Les trous sont plus rapprochés que dans le dessin de M. d'Archiac ; ils sont très régulièrement espacés et de forme circulaire, et viennent aboutir des deux surfaces de la plaque, dans une direction un peu oblique, à une paroi qui sépare la plaque en deux parallèlement aux surfaces. L'épaisseur de la plaque est de 4 millimètres et demi.

(2) C'est un cône surbaissé engendré par la révolution d'un triangle rectangle dont l'hypoténuse serait un peu courbée en dehors. Cette espèce est très mince et très fragile ; je n'en ai que la moitié d'un exemplaire attaché à la roche et dont on ne voit que l'intérieur. Diamètre 24 millimètres ; hauteur au milieu, 5 millimètres.

(3) Je ne suis pas certain que mes échantillons, assez nombreux mais fragmentaires, se rapportent à l'espèce décrite et figurée par M. d'Archiac. La forme de mes baguettes est ronde et cylindrique, s'amincissant cependant un peu vers l'extrémité supérieure. Le nombre de côtes varie avec le diamètre : il est de 18 à 27 pour des diamètres de 3 à 4 millimètres et demi. Les côtes sont régulièrement

Septaria tarbelliana, d'Arch.

Ostrea Hersilia, d'Orb.

— voisine d'*Ost. gregarea*.

— petite, très profonde et à côtes.

Unio (1) *Meriani*, Nob., Pl. XXXIII, fig. 4 et 2.

perlées; elles ont un faible intervalle qui est recouvert d'une fine granulation bien apparente à la loupe dans les échantillons bien conservés.

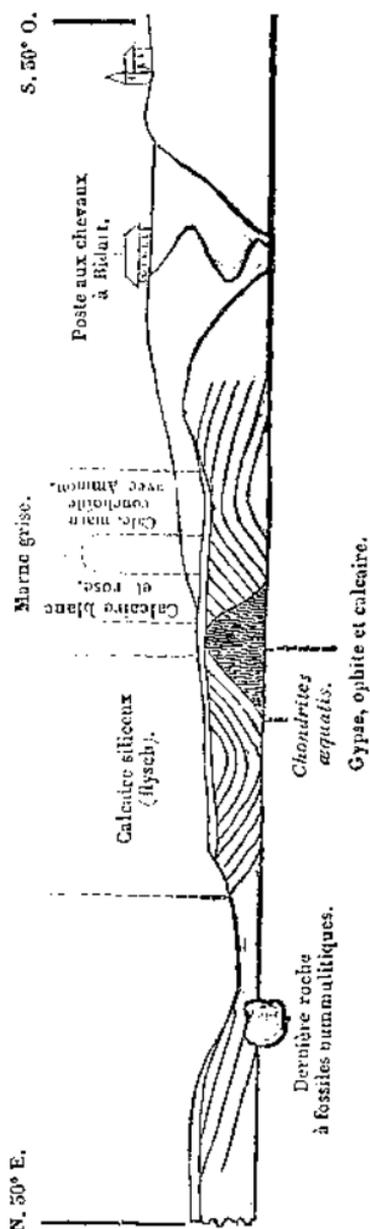
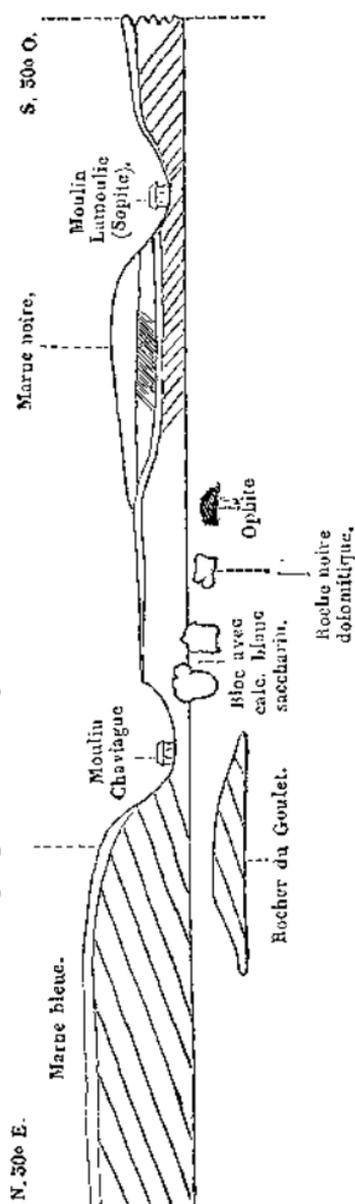
(1) Cette espèce me paraît nouvelle; mon échantillon est à l'état de moule intérieur et ressemble beaucoup à un moule de *Cardinia*. Ses dimensions sont : longueur, 420 millimètres; largeur, environ 68 millimètres; épaisseur, 48 millimètres. Les impressions musculaires sont très prononcées. Celles de la région buccale sont de forme demi-cylindrique et sont bordées du côté du crochet d'une carène faisant 5 millimètres de saillie; l'autre impression, de forme plus arrondie, se termine aussi du côté cardinal par une carène, mais moins élevée. Quant aux impressions musculaires accessoires, que M. Agassiz signale pour les *Unio* comme attachées à l'impression principale antérieure, on ne voit rien de celles de dessous, mais celle ordinairement plus petite de dessus est bien apparente, la figure 2 la montre en *a*. Le sinus palléal, à son extrémité antérieure, est très prononcé et marque une saillie de 3 millimètres de l'intérieur du moule sur le bord palléal; au côté opposé, ce sinus n'indique plus de saillie. Quoique M. Agassiz affirme qu'un moule de *Cardinia* est très facile à distinguer d'un moule d'*Unio*, il est cependant certain que, sans l'idée préconçue que le genre *Cardinia* ne s'élevait pas au-dessus des couches jurassiques inférieures, et avant que l'empreinte musculaire accessoire ne fût dégagée de la roche, j'étais bien plus porté à ranger mon échantillon avec les *Cardinia* qu'avec les *Unio*, et cela surtout à cause de la très forte saillie des empreintes musculaires. Ce dernier caractère, ne paraissant donc pas être constant, serait insuffisant pour séparer les deux genres. L'empreinte de la charnière est trop mal dégagée pour qu'on puisse en conclure quelque chose sur le genre auquel elle appartient; d'ailleurs les figures de M. Agassiz montrent que sur les moules la différence sous ce rapport n'est pas grande entre le genre *Cardinia* et le genre *Unio*.

Reste après cela la question de la qualité du terrain (si l'on peut s'exprimer ainsi); où M. Agassiz est aussi très absolu pour dire que le genre *Unio* ne se rencontre que dans les terrains d'eau douce, jamais dans ceux marins. Or, l'*Unio* de la Roche Percée, dont il est question ici, est entourée de toute part de fossiles marins; car, sans parler de ma propre expérience, je ne vois pas dans les nombreux restes organiques décrits des falaises de Biarritz et de Bidart une seule espèce d'eau douce.

Pour expliquer le fait que je viens de signaler, on peut admettre deux solutions, suivant qu'on préfère l'une ou l'autre idée systématique.

1° Si mon moule appartient au genre *Unio*, on doit en tirer la con-

Coupe partielle des falaises entre Biarritz et Bidart.



Après avoir dépassé le massif qui sépare le Vieux-Port du Port-des-Basques, on voit une longue et haute falaise, presque en ligne

séquence que ce genre peut vivre à la fois dans l'eau douce et dans l'eau salée ;

2° Si, au contraire, il appartient au genre *Cardinia*, il faut en déduire que ce genre a continué à exister jusqu'au tertiaire inférieur.

droite, composée de marnes bleues alternant avec des calcaires également marneux, le tout ayant peu de consistance et s'éboulant très facilement. Sur un quart de lieue d'étendue, je n'ai vu cette monotone formation interrompue qu'une seule fois, par un banc presque entièrement composé d'*Orbitolites Fortisii*, d'Arch. Dans la marne bleue, je n'ai rencontré que quelques rares exemplaires de *Serpula spirulæa*. La falaise est terminée au sud par une roche un peu sableuse plus solide, souvent sous forme de lumachelle, et alors pétrie de fossiles entiers et brisés, quelquefois en bancs composés entièrement d'*Orbitolites Fortesii*.

Fossiles de la lumachelle.

Orbitolites Fortisii, d'Arch. (1).

— à grosses granulations (2).

(1) Cette espèce est fort abondante dans les falaises de Biaritz; souvent des bancs en sont entièrement composés (extrémité sud de la longue falaise à marnes bleues). Dans ces masses il y a des individus qui portent nettement le mamelon du milieu; il y en a d'autres où il est à peine indiqué, d'autres enfin où il n'en existe pas de traces. En usant sur la moule des exemplaires avec ou sans mamelon, on n'y voit aucune différence quant à l'organisation intérieure: dans les deux il existe un point central de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de millimètre de diamètre, de couleur claire, entouré d'une auréole de couleur très foncée. J'ai, du reste, des individus de 46 millimètres et demi de diamètre, sans mamelon. D'après le peu de constance de ce dernier caractère, qui est cependant à peu près le seul par lequel on distingue cette espèce de l'*Orbitolites papyracea*, d'Arch., il me semblerait convenable de supprimer cette dernière pour la réunir à l'*Orbitolites Fortisii*.

(2) Cette espèce, qui me paraît nouvelle, a 7 millimètres de diamètre et une épaisseur de 4 millimètre et demi au centre. La forme discoïde en est assez exactement circulaire; les bords sont tranchants; il n'y a pas de mamelon; cependant la plus grande épaisseur de la partie centrale diminue plus sensiblement au quart extérieur du diamètre. Les deux faces sont exactement parallèles. Les granulations que porte cette espèce sont un peu moins grosses et plus serrées que celles d'une variété d'*Orbitolites Fortisii* représentée par M. Al. Rouault (*Mém. Soc. géol.*, 2^e sér., t. III, pl. XIV). Vues à la loupe, elles apparaissent bien rondes; elles diminuent de grosseur vers les bords. Les intervalles de ces granulations sont occupés par un réseau très fin et régulier, parfaitement visible à la loupe, rappelant quand il est grossi celui de la surface de *Calamopora spongites*, Goldf., 28, 2, a. Ce réseau devient moins net vers les bords où les granulations

- Orbitolites stellata*, d'Arch. (1).
Lunulites radiata, Lamk.
Nummulites biaritzensis, d'Arch.
Alveolina subpyrenaica, Leym.
Dimya Deshayesiana, Al. Rouault.
Cardium (2).
Spondylus subspinosus, d'Arch.
Astarte Prattii, d'Arch.
Pecten subtripartitus, d'Arch.
Rostellariu (3).

en relief diminuent de grosseur et se rapprochent, comme je l'ai dit. Dans un exemplaire que j'ai usé sur la meule parallèlement à la circonférence, j'ai vu que les granulations se continuaient à l'intérieur et passaient ainsi d'une surface à l'autre; cependant vers le centre ces granulations semblent se réunir par groupes; elles sont composées d'une substance très dure puisqu'elles prennent, groupées ou isolées, un brillant poli, tandis que le reste de l'Orbitolite conserve un aspect terreux. M. Haime, qui a bien voulu examiner mes échantillons, a pensé que cette espèce avait déjà été décrite et figurée, mais il ne se rappelait pas bien dans quel ouvrage. Il m'a indiqué celui de Frédéric Dixon (*The geology and fossils of the tertiary and cretaceous formations of Sussex*), mais je l'y ai cherché inutilement.

(1) Nonobstant l'avertissement de M. d'Archiac, le désir de faire du nouveau m'avait d'abord fait prendre ce fossile pour un foraminifère et m'avait porté à l'identifier avec la *Siderolina calcitrapoides*, Lam., que j'avais recueillie en assez grande abondance dans le crétacé supérieur de Gensac près Boulogne-sur-Gesse (Haute-Garonne), terrain découvert et illustré par M. Leymerie (voy. *Mém. Soc. géol.*, 2^e série, t. IV). Mais après avoir poli quelques-uns de mes échantillons, et n'y ayant aperçu aucune trace de spire ou de loges, je suis bien vite revenu à l'opinion du savant paléontologue. On voit à l'intérieur de ces Orbitolites les rayons qui existent à l'extérieur marqués par des lignes un peu plus foncées que le reste du test, et qui se réunissent au centre en un point noir. Il est vraiment surprenant que des fossiles, qui extérieurement se ressemblent tant, soient cependant d'une organisation toute différente.

(2) Cette coquille a quelques rapports avec *Cardium turgidum*, Brandt, Goldf., 445, 3; cependant les côtes rayonnantes sont lisses, bien nettes jusqu'au crochet, et ne sont point traversées par des stries concentriques. Les côtes s'élargissent un peu vers les bords latéraux, et là, dans leur intervalle, se loge une nouvelle, mais plus petite côte. Mon *Cardium* est plus bombé que celui de Goldfuss; le peu qu'on en voit ne permet pas de pousser la détermination plus loin.

(3) Le dernier tour est caréné; les autres paraissent aussi l'être un peu; au-dessus et au-dessous de la carène, il y a des vestiges de quelques côtes en long qui sont coupées par six ou sept côtes en travers. Longueur, 30 millimètres; largeur du dernier tour, 41 millimètres.

En face de l'extrémité sud de la falaise dont je viens de parler, et qui se termine ici par une dépression occupée par le ruisseau qui descend du moulin Chaviagne, on voit dans la mer un groupe de rochers exploités comme carrière à moellons pendant la marée basse : c'est le rocher du Goulet ; mais je dois avertir que les ouvriers qui y travaillent et d'autres personnes auxquelles j'ai eu occasion de m'adresser ignoraient complètement ce nom. Ce rocher est constitué par des bancs régulièrement stratifiés d'un calcaire marno-sableux assez consistant, plongeant vers N. un peu E. de 15 à 20 degrés. Les fossiles y sont en abondance. On réussit à les enlever avec le ciseau, la roche, quoique tenace, n'étant pas très dure. C'est là, incontestablement, le point de toute la falaise où les restes organiques sont le plus nombreux pour un visiteur qui n'a que deux jours à donner à cette localité ; M. Thorent n'a pas assez insisté sur la richesse de ce gîte ni sur la stérilité de la longue falaise à marnes bleues.

Les fossiles déterminables que j'ai recueillis ici sont :

- Turbinolia calcar*, d'Arch.
- Guettardia Thiolati*, d'Arch.
- Lunulites glandulosa*, d'Arch.
 - *urceolata*, Lamk.
 - *radiata*, Lamk.
- Retepora fenestrata*, Goldf.
- Cyclolites lenticularis*, d'Arch.
- Orbitolites radians*, d'Arch.
 - *Fortisii*, d'Arch.
 - *sella*, d'Arch. (1).
 - *stellata*, d'Arch.
 - à grosses granulations.
- Nummulites biaritzensis*, d'Arch.
 - *mille caput*, Boubée (2). (*N. complanata*, Lam.)

(1) Le caractère d'être contourné en forme de selle est-il suffisant pour faire une espèce? M. d'Archiac s'appuie sur la circonstance que la même forme se rencontre dans beaucoup d'autres localités. La formation nummulitique de Teissenberg, près Traunstein (Kressenberg), renferme en grande abondance une Orbitolite de cette forme, mais beaucoup plus grande que celle de Biaritz, puisqu'elle atteint 31 millimètres de diamètre avec 4 millimètre et demi d'épaisseur au centre.

(2) Mon unique échantillon paraît un peu déformé; il est ovale. Diamètre moyen, 10 millimètres et demi; épaisseur, 4 millimètre et demi. Le milieu est un peu renflé et les bords sont arrondis; la surface montre des stries rayonnantes très marquées et un peu flexueuses. L'intérieur usé laisse voir des loges très rapprochées et ressemble

Bourgueticrinus Thorenti, d'Arch.

Coelopleurus Agassizii, d'Arch.

Echinolampas ellipsoïdes, Ag.

Schizaster verticalis, Ag.

— *rimosus*, Ag. (1).

beaucoup à *Naumalites distans*, Desh. (*Mém. Soc. géol.*, 1^{re} série, t. III, pl. V, fig. 24). Les stries à l'extérieur, caractéristiques d'après M. Boubée, ne me semblent pas laisser de doute quant à l'identité de l'espèce.

(1) *Schizaster rimosus*, Agass., *Sch. vicinialis*, Agass. Si comme M. d'Archiac le croit, la seconde espèce ne se rencontre pas à Biarritz, on est réduit à ranger les nombreux Échinodermes de cette forme, que renferme la roche du Goulet, avec la première espèce. Mais comment alors se reconnaître dans ces nombreux échantillons de formes et de grandeurs si variées, quoique se rapprochant toujours par les caractères les plus essentiels du *Schizaster*. Ainsi, M. d'Archiac dit que le *Sch. rimosus* est plus grand que le *Sch. vicinialis*; mais, sur douze échantillons déterminables, je n'en ai trouvé qu'un seul qui atteigne la taille de la figure 5, pl. XI, *Mém. Soc. géol.*, 2^e sér., t. III. Tous les autres sont plus petits, jusqu'à une longueur de 26 millimètres seulement, tandis que la figure citée a 52 millimètres, et celle du *Schizaster vicinialis* 37 millimètres. Les autres caractères sur lesquels M. d'Archiac fonde la différence entre ces deux *Schizaster* me paraissent tout aussi variables, et les différences extrêmes que je trouve dans mes échantillons dépassent de beaucoup celles signalées dans les descriptions et les planches; aussi, en tenant compte de toutes les petites différences de taille et de forme, ne serait-on pas embarrassé de trouver, dans mes échantillons de Biarritz, non pas deux, mais quatre ou cinq *Schizaster* différents. D'après cela, je suis porté à croire que M. Agassiz, opérant sur des individus isolés, a été entraîné à donner trop d'importance aux variations habituelles des espèces, et que le *Schizaster vicinialis* doit être réuni au *Schizaster rimosus*.

M. Agassiz signale, comme un caractère d'une certaine importance pour la famille d'Échinodermes dont il est question ici, l'ouverture de l'angle des ambulacres antérieurs, et il applique ce caractère pour séparer les *Schizaster* des *Hemiaster*. Nous allons voir que la constance de ce caractère laisse beaucoup à désirer. Dans les figures-types de M. Agassiz (*Ann. des Sc. nat.*, t. VI, pl. XVI), cette divergence des ambulacres antérieurs est de 52 degrés pour les *Schizaster*, 90 degrés pour les *Hemiaster*. Dans les figures que donne M. d'Archiac (*Mém. Soc. géol.*, 2^e sér., t. II et t. III), la divergence pour le *Schizaster rimosus* est de 82 degrés, pour le *Sch. vicinialis* de 88 degrés, pour le *Sch. verticalis* de 119 degrés. Dans mes propres échantillons de *Schizaster rimosus*, j'en trouve un seul avec un angle de 64 degrés; les autres ont aux environs de 88 degrés. Dans l'ensemble, les *Schizaster* cités, même en supprimant *Sch. verticalis*, qui maintenant est placé dans le genre *Hemiaster*, sont plus rapprochés de ce type du der-

Cidaris subularis, d'Arch.

Brissus Jutieri, Nob. (4), pl. XXXIII, fig. 3 et 4.

Serpula spirulæa, Lamk.

— *nuda*, d'Arch.

Serpula dilatata, d'Arch.

—

Pholadomya Puschii, Goldf.

Trigonocoelia striata, Al. Rouault.

— avec fines stries rayonnantes.

Ostrea Hersilia, d'Orb.

— *vesicularis*, Lamk.

Spondylus bifrons, Münst.

— *planicostatus*, d'Arch.

nier genre quant au caractère dont il est ici question. S'il en est ainsi, comment reconnaître le genre *Schizaster* du genre *Hemiaster*. Il est vrai qu'il y a un autre caractère plus essentiel : c'est l'absence, pour le dernier genre, du fasciole sous-anal. Mais, ce caractère, il faut souvent s'en passer, car on ne le voit que rarement dans les fossiles et seulement dans les exemplaires le mieux conservés : ainsi, sur une trentaine de *Schizaster* que j'ai recueillis à Biaritz, il y en a un seul où l'on voit le fasciole péripétal, mais aucun où l'on aperçoit celui sous-anal. M. d'Archiac n'a indiqué, dans ses figures de *Hemiaster*, de *Schizaster* et de *Brissopsis*, le fasciole péripétal que pour une seule espèce, le fasciole sous-anal pour aucune ; je suis cependant convaincu que ses échantillons étaient en bien meilleur état de conservation que les miens. Quand des caractères apparents sont si peu constants, quand d'autres sont le plus souvent invisibles, comment pouvoir séparer des genres aussi voisins, comme le sont du reste beaucoup de ceux faits par M. Agassiz ?

(4) D'après les définitions et quelques figures consultées, cette espèce me semble se rapporter au genre indiqué. Sa forme est circulaire, un peu tronquée dans la partie postérieure ; le diamètre dans les deux sens est de 22 millimètres ; la plus grande hauteur, un peu excentrique vers l'anus, est de 16 millimètres et demi : les sillons des ambulacres sont peu profonds ; ceux antérieurs forment entre eux un angle de 464 degrés ; les ambulacres pairs sont aussi longs, sinon plus (ce que l'état de l'échantillon ne permet pas de dire exactement) que ceux impairs. On y voit quatre rangées de pores formés par des trous ronds bien nettement séparés. Quoique les quatre pores génitaux soient très nets et apparents, je n'ai pu apercevoir la différence de grosseur entre la paire antérieure et celle postérieure, dont parle M. Agassiz dans la définition du genre. Les cinq trous oculaires forment un pentagone régulier autour des trous génitaux. La surface supérieure est recouverte d'une fine granulation qui, en passant sur la surface inférieure, devient plus rare et plus forte. Je n'ai pu voir la bouche, mais bien des vestiges des fascioles. La rencontre des ambulacres se fait à 6 millimètres et demi du bord antérieur.

Plicatula Koninckii, d'Arch.

Anomia intusstriata, d'Arch.

Pecten Thorenti, d'Arch.

— *biaritzensis*, d'Arch.

Chama . . . *Mém. Soc. géol.*, 2^e sér., t. II, pl. VII, fig. 42.

Dentalium tenuistriatum, Al. Rou. (1).

Conus

Turritella conoidea, Sow.

Natica

Triton bicinctum ? Desh. (2).

Cancer (pince de).

Après la dépression dont je viens de parler, et au fond de laquelle coule le ruisseau du moulin Chaviague, on trouve une nouvelle falaise de 3 mètres de puissance, composée de marnes bleues sans stratification apparente, et recouverte par une couche horizontale de galets diluviens. En face du commencement de cette falaise, on voit, sur la plage, deux énormes rochers, les plus grands que j'aie observés entre le Port-des-Basques et Bidart; la partie inférieure en est formée par un calcaire blanc un peu saccharin, que j'ai pris au premier abord pour le crétacé sous-jacent à la formation nummulitique; mais, après y avoir découvert plusieurs Nummulites, j'ai dû abandonner cette idée. Je devais être surpris de rencontrer là cette roche, si différente de toutes celles qui forment les falaises depuis la Chambre-d'Amour, et cela, d'autant plus que M. Thorent, dont le mémoire me servait de guide, n'en dit rien, et qu'à ce moment je ne connaissais pas la note de M. Constant Prévost (3), où ce savant signale ce calcaire et le considère comme crétacé, quoique renfermant des Nummulites. Audessus de ce calcaire saccharin, on trouve un conglomérat bleu qui est recouvert par la roche sableuse ordinaire. Quoique ces blocs ne soient peut-être pas en place, on doit cependant considérer le calcaire blanc comme formant une des couches les plus inférieures du terrain à Nummulites, parce qu'il se trouve placé près de la ligne anticlinale des strates de la falaise, qui, depuis leur extrémité N., n'ont cessé jusqu'à ce point, et cela sur une grande étendue, de plonger vers N.-N.-O., et qui commencent ici à prendre

(1) Il me semble que cette espèce est bien rapprochée de *Dentalium grande*, Desh., du bassin de Paris, si elle ne lui est identique.

(2) Sur le dernier tour, les côtes du milieu ne sont pas plus prononcées que les autres.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. IV, p. 539.

une inclinaison contraire, c'est-à-dire vers S.-S.-E. C'est à ce point que les couches inférieures doivent arriver au jour. Maintenant, si l'on voulait donner une importance géologique aux caractères minéralogiques de cette roche, on pourrait la considérer comme faisant passage entre la formation nummulitique et celle crétacée; la première lui aurait fourni les fossiles, et la seconde les caractères minéralogiques. Un peu au delà des deux blocs, on aperçoit sur la plage d'autres blocs d'une roche de couleur foncée, qui affecte différentes manières d'être. Sur les trois échantillons que j'ai devant moi, l'un paraît être un calcaire bréchiforme à petits éléments d'un gris foncé presque noir; les fragments sont fortement empâtés et ont le grain plus fin et la couleur plus foncée que la pâte; cette dernière est à texture un peu grenue et renferme quelques paillettes de chaux carbonatée laminaire; le tout fait fortement effervescence. Le second échantillon est d'une couleur grise moins foncée; sa texture est sensiblement plus grenue; dans quelques creux et fentes on voit une surface ocreuse; l'effervescence est faible; cela paraît une véritable dolomie. Le troisième, enfin, est un calcaire grenu à compartiments angulaires; les vides sont tantôt tapissés de petits cristaux de chaux carbonatée, tantôt remplis d'une matière ocreuse de peu de consistance passant du jaune paille au brun-rouge foncé. Les parois des compartiments et toutes les parties solides de la roche font fortement effervescence; les parties à consistance ocreuse et qui font le remplissage des vides se dissolvent lentement, sans aucune effervescence, en laissant un faible résidu de fer oxydé. Cette roche a donc toutes les apparences d'une dolomie caverneuse; elle se rapporte très exactement à celle décrite par M. Dufrenoy (1) sous le nom de *carniolite* du Tyrol, et qu'il signale dans le grand dépôt de gypse qui existe plus au S. et où je ne l'ai pas rencontrée.

Tout près de ces roches dolomitiques, j'ai aperçu un petit bloc d'ophite de 50 centimètres de diamètre, assez ressemblant à celui que j'avais observé et recueilli à Pouzac près Bagnères-de-Bigorre; cette roche paraît être composée d'amphibole laminaire et d'une pâte feldspathique ou pétrosiliceuse; l'amphibole se montre en groupes bacillaires, paraissant formés de l'assemblage de cristaux plus petits et pointus; ces groupes ont de 5 à 8 millimètres de longueur sur 3 à 4 millimètres et demi de largeur; ils sont d'une couleur verte très

(1) *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, t. II, 1834, p. 468.

foncée et presque noire ; la pâte, dont la couleur est vert clair, entoure les cristaux d'amphibole et occupe, tantôt un quart, tantôt un tiers de la masse totale ; elle ne montre aucun clivage. Les surfaces, polies par l'effet de la mer, permettent de mieux reconnaître les rapports des deux parties constituantes de cette roche. Cette ophite contient dans des petites veines de la chaux carbonatée spathique, et de petits cristaux détachés d'épidote, dont la substance, à la proximité de ces veines paraît aussi s'introduire dans l'intérieur de la roche ; on y observe enfin des pyrites. Il y a peut-être d'autres blocs d'ophite sur la plage, entre Biaritz et Bidart ; quant à moi, je n'ai vu que celui dont je viens de parler.

En continuant à avancer vers le S., la falaise que j'ai considérée tout à l'heure se modifie ; on la voit constituée ici de la manière suivante en commençant par le bas :

- 1° 2 mètres de calcaire marneux bleu stratifié, incliné de 45° à 50° vers S. ;
- 2° 30 centimètres, couche de galets diluviens ;
- 3° 2 mètres de marne noire sans consistance ;
- 4° 3 mètres de marne jaune.

La marne noire ne se voit que sur une étendue d'environ 64 mètres ; sa couleur devient claire aux deux extrémités ; son épaisseur est la plus grande au point que nous considérons, en deçà et au delà elle diminue pour finir en coin ; en partant du même point vers le S., l'inclinaison du calcaire marneux bleu diminue beaucoup, tout en conservant la même orientation.

Enfin, un bloc détaché du calcaire blanc saccharin, de 2 mètres et demi de diamètre, vient s'appuyer contre la falaise à marne noire.

Quelque peu enclin qu'on soit à se laisser entraîner par les hypothèses, les différents faits que je viens d'énumérer militent cependant grandement en faveur de celle qui considère l'ophite des Pyrénées comme ayant soulevé les couches à travers lesquelles il a fait son apparition à la surface du sol. Ainsi, la ligne anticlinale des couches du terrain nummulitique, et l'apparition du calcaire saccharin blanc, de la dolomie et de l'ophite lui-même, doivent nous faire considérer le point où tous ces faits s'accamulent comme un centre de soulèvement.

Et la marne noire ne doit-elle passer de sa couleur au surgissement de l'ophite ? Il est évident que le soulèvement a eu lieu avant le dépôt de la couche horizontale de galets diluviens qui sépare la marne noire des banes inclinés du terrain nummulitique, et qu'ainsi,

à plus forte raison, le dépôt des marnes noires a été postérieur à l'époque du soulèvement. Mais ne peut-on pas admettre que, lorsque ce dernier événement a eu lieu, une certaine quantité de fragments, modifiés par l'éruption, ont pu s'amonceler, dépasser le niveau supérieur de la couche peu épaisse des galets qui devaient se déposer, et enfin, par des agrégations et des remaniements, former la couche de marne noire. L'explication est sans doute un peu compliquée.

A l'extrémité S. de la falaise que nous venons de parcourir, se trouve une lacune qui répond au ruisseau qui alimente un second moulin. Ce moulin est celui appelé *Sopite* par M. Thorent; mais ce nom est entièrement ignoré dans la contrée, et le meunier lui-même m'a dit que son moulin se nommait *Lamoulie*.

Je ne suis pas d'accord avec M. Thorent pour faire commencer le terrain crétacé avec la falaise qui reprend vers le S. après le moulin Lamoulie. Dans mon opinion, le terrain nummulitique, ou les couches qui en dépendent, s'étendent bien plus loin vers le S. et jusqu'au dépôt de gypse.

Après la dépression occupée par le moulin dont il vient d'être question, la falaise reprend par un calcaire marneux bleu, jaunissant à l'air, alternant en faibles strates avec des marnes de même couleur. Ces couches sont inclinées de 45 à 50 degrés vers S.-E. et sont interrompues un peu plus loin par une roche massive, sans stratification apparente, avec les fossiles habituels du calcaire à Nummulites. Après cette roche et près d'un gros bloc détaché gisant sur la plage, on retrouve dans la falaise le calcaire sableux des environs de Biarritz avec les restes organiques propres à ce dernier et sans Nummulites; ensuite reparaissent les couches de calcaire marneux bleu, alternant en faibles bancs avec des marnes et inclinées faiblement vers S.-E. Un peu plus au S. on voit un gros rocher qui paraît détaché, avec beaucoup de polypiers, des *Pecten*, des *Ostrea*, la *Scyphala spirulæa*, et des Nummulites.

On trouve dans ce rocher et dans quelques autres gîtes toujours au S. du moulin Lamoulie (*Sopite*) les fossiles suivants :

Cerriopora sublævigata, d'Arch. (*Heteropora rugosa*, id.)

Pustulopora Labati, d'Arch. (*Diastopora*, id.)

Retepora fenestrata, Goldf.

Heteropora subconcinna, d'Arch.

Eschara amputta, d'Arch.

Hornera Edwardsii, d'Arch.

Oculina rugosa, d'Arch. (*Stylophora*, id.)

Orbitolites Fortisii, d'Arch.

— *stellata*, d'Arch.

— *sella*, d'Arch.

— à fortes granulations.

Nummulites biaritzensis, d'Arch.

Operculina ammonica, Leym.

Pentacrinites . . . *Mém. Soc. géol.*, 2^e sér., t. II, pl. 5, fig. 49.

Bourgueticrinus Thorenti, d'Arch.

Schizaster rimosus, Ag.

Serpula alata, d'Arch.

— *spirulæa*, Lamk.

Plicatula Koninckii, d'Arch.

Pecten infumatus, Desh.

— *biaritzensis* ? d'Arch.

— *decemplicatus*, Münt.

— *subtripartitus*, d'Arch.

Spondylus subspinatus, d'Arch.

Ostrea, grande et mince.

Après cette roche à polypiers et à *Pecten*, qui paraît terminer le calcaire à Nummulites proprement dit, mais non la formation de ce nom, et qui peut être distante du moulin Lamoulié (Sopite) d'un quart de lieue, la falaise s'abaisse, et, pendant huit ou dix minutes de marche, on ne voit que du diluvium (1). Alors s'élève une nouvelle falaise, composée d'une roche bien différente de toutes celles qu'on a observées depuis Biaritz : c'est un calcaire bleuâtre, généralement très fissile, alternant en strates peu épaisses avec une marne.

On y voit des bandes de silex noir, parallèles aux plans de stratification. Ces couches sont inclinées vers E. de 40 degrés ; un peu plus loin, elles renferment le *Chondrites æqualis*, Brong. Près de ce fucoïde, un banc de grès est intercalé dans le flysch, car ce calcaire siliceux n'est pas autre chose. J'ai comparé ce *Chondrites æqualis* avec la même espèce que je possède de diffé-

(1) Ces distances, que j'extraits de mon carnet de voyage, ne s'accordent pas avec celles que je trouve indiquées sur la petite carte jointe au mémoire de M. Thorent, en ce qu'elles sont beaucoup plus fortes. On conçoit que, dans une course rapide, absorbé et préoccupé par tant de choses à la fois, je n'aie pu rectifier cette différence ni même m'en apercevoir ; mais, s'il y a exagération en plus dans mon évaluation, il y a certainement exagération en moins sur la carte de M. Thorent, où le dépôt de gypse n'est distant du moulin Lamoulié que de 700 mètres.

rentes autres localités, et j'ai reconnu qu'il était parfaitement identique avec celles du

Macigno, à Pontasiove, près de Florence.

— à Rutta, entre Gênes et Sestri-di-Levante.

Flysch, au Fachuern, canton d'Appenzell.

— au Gurnigel, canton de Berne.

— au Teissenberg (improprement nommé Kressenberg), près de Traunstein (Bavière).

Grès de Vienne, à Siofering, près Vienno (Autriche).

Les géologues qui, dans les derniers temps, se sont le plus occupés de la formation nummulitique, comme MM. Murchison (1), Bronn (2), Studer (3), les savants de Vienne et beaucoup d'autres, admettent qu'en général les fucoides habituels du flysch caractérisent la formation nummulitique ou tertiaire éocène. Si l'on a rencontré quelques-uns de ces fucoides dans d'autres terrains, on peut raisonnablement conserver des doutes, soit sur l'identité des espèces, soit sur l'exactitude des observations. Ainsi la figure que donne M. Mantell (4) du *Chondrites Targioni* du green-sand supérieur et inférieur ne correspond guère avec les figures de la même espèce de Bronn (5), de Schafhaeutl (6), ni avec mes échantillons suisses déterminés par M. Brunner, de Berne. Ainsi encore les observations de MM. Schafhaeutl et Zeuschner, qui ont rencontré plusieurs des espèces des fucoides du flysch réunies avec des Ammonites et autres fossiles du lias, ont-elles peut-être besoin de confirmation, et cela d'autant plus qu'elles ont été faites, au moins quant à celles du savant de Munich, dans une contrée où les relations des terrains sont des plus embrouillées. Après tout, ces divergences ne se fondent que sur des faits isolés et ne doivent donc pas infirmer la règle générale, qui, dans le cas qui nous occupe, paraît trouver sa confirmation.

Le flysch des falaises de Bidart ne renferme, comme presque partout ailleurs, aucun autre fossile que les fucoides; il diffère

(1) *Memoria sulla struttura geologica delle Alpi, degli Apennini e dei Carpazi*, Firenze, 1851.

(2) *Lethæa geognostica*, 1853.

(3) *Geologie der Schweiz*, t. II, 1853.

(4) *The Geology of the south-east of England*. London, 1833, page 166.

(5) *Lethæa geognostica*, pl. XXVIII, fig. 3.

(6) *Geognostische Untersuchungen des Sudbayerischen Alpengebirges*, 1851, pl. III.

complètement par ses caractères minéralogiques des roches crétacées dont il va être question, et dont il est séparé par une faille, circonstances qui, toutes, militent en faveur de sa réunion avec la formation nummulitique, et quelle que soit d'ailleurs la position relative qu'il occupe dans cette dernière. Il s'agit maintenant de savoir quelle est cette position : le flysch est-il superposé, intercalé ou sous-jacent aux couches renfermant des fossiles nummulitiques ?

M. Thorent a vu, dans les environs de Bayonne, plusieurs dépôts de calcaire siliceux ou flysch, qui est employé ici pour l'entretien des routes ; mais il n'a pu, nulle part, observer ses relations de superposition avec les autres membres de la formation nummulitique.

Les faits que nous pouvons observer sur la falaise laissent subsister l'incertitude sur la solution à donner à cette question et présentent même des motifs pour ou contre les trois cas supposés. Voici ce qui serait favorable aux deux premiers cas, c'est-à-dire à ceux où le flysch occuperait la position la plus élevée de la formation nummulitique ou y serait intercalé.

1^o Depuis le point anticlinal, entre les deux moulins, jusque près du gîte des fucoides, les couches, renfermant des fossiles nummulitiques, plongent, sur une assez grande étendue et avec des inclinaisons qui vont jusqu'à 50 degrés, vers S.-E. ; le flysch, qui suit la même direction, leur paraît donc superposé.

2^o M. Dafrénoy a trouvé des Nummulites dans le calcaire gris de l'intérieur du dépôt de gypse ; or, dans l'état actuel des choses, ce calcaire se trouve déjà placé au-dessous des couches de flysch fortement relevé vers le sud, et, avant qu'il eût été arraché à son gîte primitif et amené à la surface du sol par le soulèvement de l'ophite, il était encore placé nécessairement plus bas.

Voici, au contraire, des considérations qui paraissent en opposition avec l'argumentation que je viens d'établir :

1^o Il serait surprenant, si le flysch était superposé et surtout s'il était intercalé, de ne pas en apercevoir de traces dans la longue falaise comprise entre le nord de la Chambre-d'Amour et le point anticlinal entre les deux moulins, falaise qui n'a pas moins de 4,800 mètres de longueur et qui comprend probablement presque toutes les couches du terrain à Nummulites. On pourrait expliquer cette apparente anomalie de deux manières : ou la couche de flysch est incomplète et ne s'étend pas sur la partie nord de la formation nummulitique, ou bien elle occupe la partie la plus supérieure et est cachée au delà de la Chambre-d'Amour.

2° En admettant, pour moyenne de l'inclinaison des couches de la falaise dont il vient d'être question, 18 degrés (M. Thorent adopte 20 à 25 degrés), on arrive à une épaisseur telle, qu'une verticale abaissée de la couche la plus supérieure n'atteindrait la base de la formation connue qu'à la profondeur de 1,580 mètres. Or, si le calcaire gris avec Nummulites, par le motif qu'il diffère de toutes les roches observées dans la falaise, appartient à la base de la formation, l'ophite aurait eu à franchir, pour amener ce calcaire à la surface du sol, cette profondeur considérable de 1,580 mètres. Mais, à ce raisonnement on peut aussi objecter qu'il n'est pas prouvé que le calcaire du dépôt de gypse soit nécessairement en place à la base, et que l'épaisseur de la formation nummulitique, trouvée entre le nord de la Chambre-d'Amour et le point anticlinal des moulins, puisse être beaucoup moindre au dépôt de gypse, car les dépôts stratifiés, à moins de s'étendre à l'infini avec tous leurs caractères, doivent se terminer en coin sur les bords ou s'y modifier et s'y enchevêtrer avec de nouvelles couches.

D'après tout cela, on voit qu'il reste de l'incertitude sur la place qu'occupe le flysch dans la série de couches qui composent la formation nummulitique de Biaritz et de Bidart.

Je reviens à la description de la falaise. Peu après l'apparition des fucoïdes, les bancs de flysch se relèvent fortement vers le sud et viennent s'appuyer sur un dépôt considérable de gypse : c'est là le soulèvement d'ophite, si bien décrit il y a déjà longtemps par M. Dufrénoy (1).

L'aspect et certaines circonstances accessoires qu'offre aujourd'hui ce dépôt ne concordent pas entièrement avec la description de cet éminent géologue ; mais, pendant un laps de temps de vingt ans, bien des choses ont pu être modifiées par l'exploitation de la gypsière et par les éboulements. Cependant, dans les choses principales, nous sommes d'accord avec M. Dufrénoy : ainsi sa description de la forme et de l'intérieur de la masse gypseuse, avec les minéraux et roches qui l'accompagnent, est faite de main de maître. J'ai trouvé, comme lui, que les roches qui, au nord, viennent s'appuyer sur ce dépôt et, au sud, buter contre lui, ne se correspondent pas et sont d'une nature toute différente. Je suis de son avis pour attribuer au surgissement de l'ophite le dérangement des couches stratifiées et l'apparition du gypse ; enfin, j'ai déjà

(1) *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, t. II, 1834, page 465.

fait remarquer, à l'occasion du centre de soulèvement placé entre les deux moulins, que l'horizontalité de la couche de gravier diluvien et sa non-interruption indiquaient que le soulèvement avait eu lieu avant le dépôt du diluvium.

L'amas de gypse représente une véritable carrière, dans laquelle ce minéral apparaît sous les formes et les couleurs les plus variées. En se plaçant le dos vers la mer, on voit, sur la gauche, du gypse fibreux blanc en filon dans une marne grise; à droite, gypse et marne sont de couleur rouge quelquefois très foncée. Le gypse se présente en rognons de la forme et de l'aspect ordinaires, en plaques garnies de petits cristaux. La partie centrale de la fouille est éboulée, de manière qu'il n'est guère possible de se rendre compte des positions relatives qu'occupent les roches dont elle est composée; seulement, puisque le gypse est en place sur les deux bords, on peut juger, conformément à l'opinion de M. Dufrenoy, que le calcaire et l'ophite sont placés au centre. On trouve ces différentes roches en fragments au pied de l'éboulement. L'ophite y est comparativement rare; je n'en ai pas vu de morceau dépassant la grosseur de deux poings; son grain est beaucoup plus fin que celui de la roche entre les deux moulins; il forme presque une pâte homogène d'un noir verdâtre sale, et ce n'est que très rarement qu'on y aperçoit une lame appréciable d'amphibole (1). On aperçoit très fréquemment dans cette roche des veines et des nids remplis ou garnis de fer oligiste en larges feuilletés ou en petits cristaux indéterminables; elle contient aussi des pyrites et de petits cristaux rhomboédriques de spath brunissant, qui paraissent renfermer très peu de calcaire et tapissent des fentes et géodes.

Le calcaire gris se rencontre en assez grande abondance; je n'y ai pas vu de fossiles, et les Nummulites que M. Dufrenoy y a découvertes doivent être très rares. Ce calcaire présente des caractères tout particuliers, et ne ressemble en rien à aucune des roches que nous avons observées dans le parcours de la falaise jusqu'ici. Cette circonstance vient confirmer l'hypothèse du soulèvement, en ce que ce calcaire a évidemment été arraché à une position inférieure à celle qu'il occupe aujourd'hui.

Le bord sud de la masse gypseuse est recouvert de marnes et de végétations; mais il ne paraît pas qu'ici, comme cela a eu lieu au nord, les bancs de la falaise aient suivi la direction imprimée par

(1) M. Dufrenoy, dans l'ouvrage déjà cité, page 162, a donné une excellente description de cette roche, à laquelle on voudrait seulement voir donner un autre nom que celui impropre d'*ophite*.

le mouvement de bas en haut, et soient restés appuyés sur la masse gypseuse ; au contraire, il faut, pour expliquer l'état actuel des choses, admettre qu'il existe une faille à l'extrémité sud du dépôt de gypse ; car, immédiatement après ce dernier, commence une série toute nouvelle de roches. La première est un calcaire, tantôt blanc, tantôt rosé, dont un des blocs touche le talus sud de la masse gypseuse ; il est régulièrement stratifié ; ses bancs sont inclinés de 50 degrés vers le nord de la boussole. La direction des couches est donc ici à peu près la même que près de la Roche-Percée. Ce calcaire est à cassure terreuse ; il présente, dans l'ensemble, les plus grands rapports avec certaines variétés du calcaire d'eau douce des environs de Mulhouse ; il est régulier et homogène dans toute l'étendue qu'il occupe, et ne m'a paru renfermer aucun fossile ; sa surface présente cependant souvent des impressions de la forme d'une rosace et qui pourraient bien avoir une origine organique. Le diamètre de ces rosaces est à peu près de 40 centimètres ; du centre il part des stries flexueuses qui, sauf un peu d'irrégularité, ont généralement la forme d'arcs de cercle dont la courbure, tournée toujours du même côté, augmente vers la circonférence. Je n'ai rien pu emporter de cette singulière forme ; seulement, il m'a semblé qu'elle avait beaucoup d'analogie avec le *Fucus bianteus*, Villa, que j'ai ramassé à Brenno, dans la Brianza, et à Pontasieve, près de Florence, et dont je soumetts un échantillon à la Société. Je n'ai rien remarqué de conique dans les empreintes du calcaire rosé, ni une disposition en forme de vis. Ce fossile pourrait donc bien être une autre espèce du genre de celui de la Brianza. Cependant, comme ce dernier se rencontre précisément à Brenno et à Pontasieve, dans le macigno inférieur, terrain qui occupe la place entre le calcaire à Nummulites et la craie, sur la position duquel il y a déjà eu tant de discussions, et que les géologues italiens persistent à placer dans la craie, le calcaire rosé de Bidart pourrait bien être quelque chose d'analogue, et être considéré à la rigueur comme une couche intermédiaire entre la formation nummulitique ou le tertiaire éocène et la craie. Si l'on incline pour cette dernière manière de voir, on sera sans doute porté, nonobstant les différents arguments contraires que j'ai présentés, et pour ne pas trop éloigner les fucoides des *Fucus bianteus*, fossiles qui se trouvent aussi dans les mêmes couches à Pontasieve, à considérer le flysch de Bidart comme formant la partie la plus inférieure de la grande formation nummulitique.

Je continue ma description. Le calcaire blanc et rosé, après être

devenu plus massif, est suivi par une marne d'une couleur claire grise un peu bleuâtre, et, peu après, par un calcaire marneux de même couleur.

Cette marne et ce calcaire marneux continuent d'abord de plonger vers le nord de la boussole; plus loin, et après avoir dépassé le gîte des Ammonites, le calcaire prend une inclinaison inverse, c'est-à-dire 10 à 15 degrés vers S. un peu E. C'est là le calcaire conchoïde de M. Thorent; il est facile à reconnaître par sa singulière structure, qui affecte la forme de demi-sphères aplaties d'un assez grand diamètre.

La surface de cette roche, soit dans les creux, soit dans les reliefs, imite parfaitement la forme des Ammonites d'une certaine taille, et cette circonstance paraît expliquer pourquoi, dans ce gîte, on n'a pas reconnu plus tôt des Ammonites qui ont cependant 110 millimètres de diamètre.

Ces Ammonites ne sont pas abondantes: après une exploration d'une heure, aidé d'un guide intelligent, je n'en ai trouvé que deux entières et quelques fragments: c'est l'espèce *gotlevillensis*, d'Orb. (1). Une espèce d'échinoderme est beaucoup plus abondante dans ce calcaire; elle a presque toujours le test bien conservé, mais l'aplatissement et la déformation en rendent la détermination difficile. Voici ce qu'a bien voulu m'écrire à ce sujet M. Michelin, auquel j'ai soumis mes échantillons:

« Vous avez parfaitement raison en ne voulant pas que le fossile, que vous avez eu la bonté de me communiquer, soit une *Anarchytes ovata*. C'est, je pense, un *Holaster*; mais, vu ses déformations, il reste à savoir si c'est le *H. subglobosus* ou le *H. latissimus*, ou enfin, une espèce nouvelle. Je pencherais assez pour le *H. latissimus*, qui est assez généralement déprimé et qui se trouve dans les craies chloritées d'Escragnolles et du cap de la Hève. »

Ces *Holaster* sont sous les yeux de la Société, ainsi qu'une des Ammonites; je désire qu'elle se prononce, sinon sur l'espèce, au moins sur le genre auquel appartiennent les premiers (2).

J'ai enfin rencontré dans le même gîte une seule petite empreinte d'*Inoceramus* très aplatie et qui a beaucoup de rapport avec *Inoceramus problematicus*, d'Orb. (3).

(1) *Paléont. franç. crét.*, pl. 104 et 102, sous le faux nom de *Livesiensis*.

(2) M. Desor est d'avis que ces oursins appartiennent à un genre nouveau qu'il appelle *Sismondia*. Il n'a pas encore donné de nom à l'espèce.

(3) *Ibid.*, pl. 406, fig. 5.

Les fossiles du crétacé que cite M. Thorent ne proviennent évidemment pas du gîte dont je viens de parler ; le soin tout particulier que j'ai mis à l'explorer me garantit qu'il ne s'y trouve pas un autre fossile d'une certaine abondance ; aussi, la différence entre mes fossiles et ceux que M. Bayle a eu la complaisance de me montrer dans les belles collections de l'École des mines, et que je dois supposer être les mêmes que ceux que M. Thorent a recueillis, est-elle grande, soit sous le rapport du nombre ou de la qualité des espèces. A l'École des mines, l'*Holaster* est remplacé par l'*Ananchytes ovata* que je n'ai pas ; mes *Ammonites* sont en meilleur état de conservation. De tout cela, je dois conclure que M. Thorent et les autres personnes qui ont recueilli des fossiles crétacés à Bidart ont exploré un autre gîte que moi, situé plus au S. et que je n'ai pas visité.

Un peu au S. de l'endroit où les bancs de calcaire conchoïde plongent au S.-E., la falaise est coupée par une large gorge dont j'ai remonté le talus rapide et élevé ; arrivé en haut, je me suis trouvé sur la route d'Espagne près d'une grande construction consacrée à la poste aux chevaux de Bidart. On retrouvera facilement le calcaire conchoïde signalé en descendant cette gorge et en marchant un peu vers le nord le long de la falaise.

Je résume mes observations sur la falaise de Biaritz et de Bidart comme il suit :

1° Il existe entre les deux moulins un centre de soulèvement produit par le surgissement de l'ophite ; le point anticlinal des couches, la présence de roches dolomitiques, de véritable cagnieule, de calcaire blanc saccharin avec Nummulites, enfin d'ophite, ne semblent pas laisser de doute à cet égard.

2° Un autre centre de soulèvement est indiqué par le point qu'occupe le dépôt de gypse ; le soulèvement bien incontestable des couches de flysch qui s'appuient, en suivant sa pente, sur le bord N. de ce dépôt, la présence de cette grande masse de gypse, de calcaire gris inférieur, d'ophite avec minéraux, toutes ces substances, étrangères à la formation nummulitique, appuient cette hypothèse.

3° La formation nummulitique s'étend depuis la Chambre-d'Amour jusqu'au bord N. du dépôt de gypse, et comprend, outre les couches à fossiles nummulitiques ordinaires, le calcaire siliceux ou flysch avec *Chondrites aequalis*, mais dont la position relative reste incertaine. La formation nummulitique, parmi les fossiles exclusivement marins, renferme une espèce d'*Unio*, genre considéré jusqu'à présent comme ne pouvant vivre que dans l'eau douce.

4° La formation crétacée commence avec le calcaire blanc et rosé, immédiatement au S. du dépôt de gypse dont elle paraît séparée par une faille; le calcaire conchoïde qui le suit de près ne contient que des fossiles secondaires sans aucun mélange de ceux de la formation nummulitique.

5° Dans le cas où l'on voudrait identifier le fossile en forme de rosace avec le *Fucus brianteus*, il serait plus naturel de placer le flysch à la base de la formation nummulitique pour rapprocher les fucoides du *Fucus brianteus*, espèces qui sont réunies à Pontasieve.

M. le marquis de Roys fait au nom de M. Marcel de Serres la communication suivante :

Des caractères et de l'importance de la période quaternaire,
par M. Marcel de Serres.

Nous avons depuis longtemps adopté le nom de quaternaire ou de quatrième formation pour désigner l'ensemble des dépôts produits après les terrais tertiaires les plus récents (1). On a donné plus tard le nom de *pleistocène* à ces mêmes dépôts, voulant rappeler par là qu'ils étaient les plus jeunes des temps géologiques.

On n'a peut-être pas assez insisté sur l'importance de ce groupe qui s'est opéré sous l'influence de circonstances particulières, et qui a vu apparaître des phénomènes jusqu'alors inconnus. C'est aussi sur l'importance de cette période que nous allons porter l'attention.

Les formations quaternaires ont été précipitées les dernières des temps géologiques; depuis lors, il ne s'est produit que les dépôts extrêmement restreints qui appartiennent à l'époque historique. Ces formations, généralement composées par des matériaux plutôt fluviaux que lacustres, ont été disséminées par des eaux courantes ou en mouvement, et peu par des eaux calmes et tranquilles. Quelques dépôts ont bien pendant cette période été opérés par des eaux marines; mais, outre qu'ils sont très rarement stratifiés, ils n'occupent pas une aussi grande étendue que les dépôts désagrégés, comme, par exemple, le *diluvium* qui paraît plutôt dû à des eaux courantes qu'à des eaux marines.

(1) *Statistique du département de l'Hérault*, par M. Creuzé de Lesser, p. 174. Montpellier, 1824.

Le groupe quaternaire, essentiellement indépendant, se montre indistinctement superposé sur tous les terrains qui l'ont précédé. On le voit composé par des dépôts locaux, morcelés, bien plus encore que les terrains tertiaires, surtout lorsqu'ils se présentent en stratification discordante. Il en est différemment lorsqu'ils sont formés par des matériaux de transport, tels que les dépôts diluviens, les terrains erratiques ou glaciaires, le *lohm*, le *loess*. Alors ces terrains, d'une étendue considérable, couvrent de grands espaces de la surface terrestre.

Les formations quaternaires ne sont guère stratifiées que dans leur système inférieur ou le plus ancien; mais ce système a une petite étendue et une faible puissance. Les couches qui en font partie parviennent rarement à de grandes hauteurs; elles s'élèvent moins que les autres dépôts de sédiments. Il n'en est pas de même des dépôts meubles ou désagrégés qui appartiennent à la même période. Ces dépôts n'offrent pas non plus une grande épaisseur, mais ils sont généralement fort répandus. Ils arrivent aussi à des niveaux bien supérieurs à ceux qu'atteint le système quaternaire le plus ancien.

Ce groupe n'offre pas des bancs pierreux, marins, comme les formations tertiaires les plus récentes, et encore moins des dépôts annonçant un séjour long et tranquille des mers dans les lieux où il a été précipité. Si les formations tertiaires ont une étendue et une puissance peu considérables en comparaison des terrains secondaires, il en est bien plus ainsi du groupe quaternaire comparé aux autres dépôts de sédiments.

La période pleistocène nous fournit le premier exemple d'une époque glaciaire, c'est-à-dire d'une époque où des glaciers existant, non-seulement dans l'ancien continent mais aussi dans le nouveau monde, ont été la cause de phénomènes analogues, mais sur une plus grande échelle, à ceux qu'opèrent les glaciers actuels. Cette période offrirait une particularité non moins remarquable, si les ossements humains que l'on y découvre au milieu des dépôts diluviens, mêlés avec des espèces perdues, en avaient été les contemporains; mais les plus anciens débris de l'espèce humaine n'appartiennent pas aux temps géologiques, mais à l'époque historique; dès lors, leur présence dans les terrains pleistocènes n'est point un caractère propre à distinguer cette période de celles qui l'ont précédée.

Toutefois, les particularités que ces terrains présentent dans la nature et la disposition de leurs matériaux sont assez grandes et assez importantes pour constituer une période aussi distincte que

les trois qui lui sont antérieures. On doit donc considérer cette période comme l'une des mieux caractérisées, d'autant qu'aux particularités de la structure et de la composition des dépôts qui en font partie viennent s'ajouter celles de la flore et de la faune qui l'ont signalée.

Flore de la période quaternaire.

La flore de cette période ne présente qu'un petit nombre d'espèces, en raison de ce que les végétaux qui la composent se rencontrent à peu près uniquement dans le seul système qui soit stratifié ou l'inférieur. Le supérieur, formé par des matériaux de transport ou par des terrains meubles et désagrégés, n'en présente presque pas de traces; en sorte que la flore quaternaire n'est représentée que par les nombreuses empreintes végétales des couches du système inférieur. La simplicité de la flore de cette période paraît tenir à la composition des terrains quaternaires, composition peu favorable à la conservation des végétaux. Ceux que l'on y rencontre appartiennent à des monocotylédones et surtout à des dicotylédones; leurs espèces paraissent ne pas différer des plantes qui vivent dans les contrées mêmes où ces dépôts ont eu lieu.

La flore quaternaire est donc analogue à la flore actuelle, non-seulement par les classes qui en font partie, mais encore par les espèces qui l'ont composée. Les plantes qui y sont le plus répandues appartiennent aux dicotylédones; elles y sont signalées par des empreintes qui ne conservent rien de la nature végétale, pas plus que les bois et les troncs qui en rappellent l'existence. Du reste, les végétaux pleistocènes du Midi de la France semblent se rapprocher beaucoup plus de ceux qui croissent maintenant dans les contrées méridionales des régions tempérées que de ceux qui prospèrent dans les zones les plus froides de ces mêmes régions.

Faune de la période quaternaire.

La faune quaternaire est essentiellement caractérisée par un grand nombre de mammifères; les espèces dominantes sont celles dont l'homme a fait le plus particulièrement la conquête: tels sont les chevaux, les bœufs, les cerfs, et en moindre nombre le chien, la chèvre et le mouton. On y voit apparaître pour la première fois le *Bos primæus*, si rapproché de l'aurochs qu'on le suppose pouvoir en être la souche, ainsi que l'*Antilope Christolii*,

dont les analogies avec le chamois sont si grandes qu'il semblerait ne pas en différer.

Cette faune offre aussi un certain nombre de carnassiers dont les races sont identiques avec les espèces actuelles : tels sont les *Vespertilio murinus*, *auritus*, les *Mustela vulgaris*, *pictorius*, *aina*, le *Meles taxus*, le *Felis catus ferus*, les *Canis lupus* et *vulpes*, le *Castor Cuvieri*, ainsi qu'une foule d'autres ; mais avec ces espèces analogues aux vivantes, il en existe également un certain nombre, qui sont tout à fait perdues. On peut signaler parmi les carnassiers les *Ursus spelæus*, *Pitorrii*, *arctoides*, le *Gulo spelæus*, les *Hycæna spelæa*, *prisca* et *intermedia*, les *Felis spelæa* et *protopanther*, enfin le *Machairodus latidens*. Les espèces herbivores ne sont pas en moindre quantité ; on peut en effet signaler l'*Elephas primigenius*, le *Rhinoceros tichorhinus*, l'*Elastotherium Fischeri*, l'*Hippopotamus major*, les *Cervus megaceros*, *martialis*, *Tournalii*, *Australiæ*, l'*Antilope dichotoma*, les *Leptotherium majus* et *minus*, les *Scelidotherium Cuvieri* et *Bucklandi*, le *Megalonyx Jeffersonii*, le *Megatherium Cuvieri*, les *Mylodon Harlami* et *Darwini*, ainsi que plusieurs rongeurs.

La population des terrains quaternaires, envisagée dans son ensemble et dans la classe la plus compliquée du règne animal, offre des caractères tout particuliers. Elle présente en effet, d'une part, des espèces perdues, et de l'autre, des races semblables aux races vivantes. Les mammifères ne sont pas la seule classe qui présente de pareilles anomalies. Il en est de même de celles des oiseaux et des reptiles ; du moins les *Testudo græca* et *Rana aqua*, de Daudin, ne paraissent pas présenter de différence appréciable avec les espèces décrites sous les mêmes noms, tandis qu'il n'en est pas de même de la *Testudo Selowii* des mêmes terrains, espèce qui est complètement éteinte.

Les véritables mammifères didelphiens ne paraissent pas avoir dépassé en Europe l'étage miocène ; ils n'ont plus reparu depuis lors dans aucune région de l'ancien continent. Ces animaux se sont au contraire constamment perpétués en Amérique et dans la Nouvelle-Hollande pendant la période quaternaire, où leurs espèces sont aussi nombreuses que variées. On sait que les marsupiaux composent maintenant une petite partie de la population du nouveau monde, tandis qu'ils forment la presque totalité de celle de l'Australie.

D'après ces faits, la loi de la localisation a dû triompher à l'époque pleistocène sur celle de la diffusion, qui avait régi les anciennes créations. La distribution de la classe la moins perfec-

tionnée des mammifères a été pendant la période quaternaire ce qu'elle est maintenant, tandis qu'il en a été différemment lors de la période tertiaire où la loi de la localisation n'était pas encore complètement établie.

La faune quaternaire offre d'autres particularités non moins remarquables que celles que nous avons signalées relativement aux didelphiens qui n'ont plus été représentés pendant cette période dans l'ancien continent, mais uniquement en Amérique et dans la Nouvelle-Hollande. Il en a été tout le contraire de plusieurs genres dont il n'existe plus maintenant la moindre trace dans le nouveau monde, et qui cependant y ont vécu pendant la période quaternaire. Deux de ces genres appartiennent aux carnassiers : ce sont la hyène et le chacal ; le dernier ou le cheval compose presque à lui seul l'ordre des solipèdes (1).

Ces genres, encore particuliers à certaines parties de l'ancien continent, ne se retrouvent plus en Amérique, quoiqu'ils paraissent y avoir été assez communs pendant les derniers temps géologiques.

Enfin, ce qui est non moins remarquable et contraire à ce que l'on aurait pu présumer, la faune quaternaire est beaucoup plus riche et plus variée que celle des terrains pliocènes qui l'ont immédiatement précédée ; c'est surtout la faune des dépôts diluviens qui offre le plus grand nombre d'espèces.

Les formations pleistocènes constituent donc une période aussi distincte par la nature et la disposition de leurs dépôts que par les espèces qui les ont caractérisées. Elles doivent également, par l'importance des phénomènes qui s'y sont passés, être distinguées des périodes qui les ont précédées.

Les périodes primaire et secondaire se rapportent aux temps où les mers intérieures n'étaient point encore séparées de l'Océan, tandis que la période tertiaire a eu lieu lorsque cette séparation a été opérée.

Plus tard et lors de la période quaternaire, les mers, soit

(1) Le Cheval des terrains pleistocènes de l'Amérique est une espèce entièrement perdue et totalement différente des espèces fossiles et humatiles. M. Lund, qui l'a observé dans les cavernes du Brésil, lui a donné le nom d'*Equus neogens*. Il a désigné la Hyène des mêmes cavernes sous le nom d'*Yxena neogen* ; celle-ci offre les mêmes particularités que le Cheval des dépôts diluviens du Brésil. Il est moins certain que le Chacal (*Canis aureus*), qui vit encore aujourd'hui en Asie et en Afrique, ait été rencontré dans les grottes ossifères du nouveau monde.

l'Océan, soit les mers intérieures, sont rentrées dans leurs limites actuelles, limites qu'elles n'ont plus franchies depuis lors que momentanément, mais jamais d'une manière constante et durable.

Aussi, pour embrasser l'ensemble des dépôts de sédiment, il faut les circonscrire dans quatre périodes, dont chacune correspond aux grands événements dont elle a été le théâtre, soit relativement aux temps, soit par rapport à la nature des formations qui y ont été déposées, soit enfin sous celui des espèces organisées qui y ont apparu.

La période quaternaire sur laquelle nous venons de porter l'attention se distingue des périodes antérieures par les particularités des dépôts inorganiques qui l'ont signalée. Les plus anciens de ces dépôts se montrent composés de calcaires fluviatiles, caractérisés par des couches encore assez apparentes; les plus récents se distinguent par leurs matériaux meubles, généralement désagrégés et n'offrant pas de véritables couches.

Cette période, la seule parmi celles des temps géologiques qui ait été témoin d'une époque glaciaire, a été également signalée par une flore, dont la plus grande partie des espèces qui en font partie sont semblables aux plantes vivantes. Il en est à peu près de même de la faune, toutefois avec quelques différences. En effet, cette faune est composée par un grand nombre d'espèces perdues, disséminées souvent dans les mêmes lieux avec des animaux que l'on ne saurait distinguer des races actuelles.

Une période contemporaine de phénomènes aussi remarquables que le sont les premiers volcans, semblables à ceux de l'époque actuelle, qui nient existé (1), les dépôts diluviens, les terrains erratiques ou glaciaires, c'est-à-dire les moraines des anciens glaciers, enfin le lohm, les alluvions anciennes, mérite, ce semble, d'être considérée non-seulement comme ayant une grande importance, mais comme distincte et différente de celles qui l'ont précédée. Cette période, la plus récente des temps géologiques, est une sorte de transition entre ces temps et les âges his-

(1) Le peu d'ancienneté des volcans est un fait admis par M. d'Omalius d'Halloy, contrairement à l'opinion soutenue par M. Boué. Le premier de ces géologues ne présume pas que les éjaculations des porphyres et des trachytes se soient opérées de la même manière que celles des produits volcaniques. On ne doit, d'après lui, considérer comme de véritables cratères que ceux placés au milieu d'un cône d'éruption et accompagnés de coulées de laves. (Voy. *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e série, t. XI, p. 80, 1853; t. XII, p. 440, 1855.)

toriques ; en effet, par les nombreuses espèces perdues dont elle offre les débris, ainsi que par les espèces identiques avec les races vivantes dont elle renferme d'abondants vestiges, elle est le lien qui unit les anciennes générations aux générations actuelles.

M. Hébert fait la communication suivante :

Note sur les fossiles de Montreuil-Belley (Maine-et-Loire),
par M. Ed. Hébert.

M. Guerre, professeur de sciences physiques au Lycée de Nantes et membre de cette Société, m'a transmis, il y a quelques mois, une nombreuse série de petits fossiles d'une admirable conservation (céphalopodes, gastéropodes, acéphales, etc.), recueillis par lui dans la carrière du *Chalet*, près de Montreuil-Belley, en accompagnant cet envoi d'une coupe détaillée dans laquelle chaque couche était caractérisée par des fossiles non déterminés, mais numérotés avec soin, de telle sorte que le gisement de chaque espèce était indiqué d'une manière certaine. M. Guerre me demandait de lui déterminer ces fossiles.

Un certain nombre m'était bien connu : c'était tout ce qui appartenait à la classe des céphalopodes ; les autres, les gastéropodes surtout, étaient à peu près tous nouveaux pour moi.

En recourant à la *Paléontologie du département de Maine-et-Loire*, par M. Millet, j'y trouvai une coupe de la carrière du *Chalet* et une nombreuse liste de fossiles. D'après M. Millet, il y aurait deux étages dans cette carrière : l'étage *bajocien* ou oolithe inférieure à la base, épais de 1^m,40 seulement, renfermant dix espèces d'Ammonites appartenant à ce niveau, et toutes les petites coquilles qui rendent ce gisement si remarquable, et l'étage *callovien* (Oxford-clay inférieur), épais de 6^m,40, presque entièrement dépourvu de gastéropodes, d'acéphales, de brachiopodes, mais caractérisé surtout par dix Ammonites propres à ce niveau.

Or, dans l'envoi que m'adressait M. Guerre, il n'y avait absolument rien qui se rapportât à l'oolithe inférieure ; tout était nouveau ou de l'Oxford-clay. En rapprochant la coupe de M. Guerre de celle de M. Millet, il m'a été facile de les identifier. En effet, toutes deux portent à la partie supérieure, au-dessous de la terre végétale (n° 4), un banc d'argile avec *Belemnites hastatus* ; c'est le n° 2 de M. Millet.

Le n° 3, d'après M. Guerre, renferme encore des *B. hastatus*, et, en outre, des *Encrines*.

Puis de part et d'autre vient la succession suivante de couches, que les échantillons recueillis par M. Guerre me permettent de caractériser avec certitude.

N° 4. Calcaire pouvant être poli pour servir comme marbre.

0^m,21

N° 5. Lit d'argile. 0^m,02

N° 6. Calcaire blanc (moellon). 0^m,14

N° 7. Calcaire avec oolithes ferrugineuses. 0^m,25

Ce banc est de l'oolithe inférieure pour M. Millet; mais d'après les échantillons qui m'ont été envoyés par M. Guerre, il ne renferme que des fossiles oxfordiens, et notamment l'*Ammonites hecticus*.

N° 8. Oolithe ferrugineuse, argileuse à la base, de 0^m,18 à 0^m,25.

C'est la partie inférieure de cette assise qui est le gisement le plus riche en gastéropodes, *Neritopsis*, *Cerithium*, *Pleurotomaria*, *Turritella*, *Turbo*, *Solarium*, *Chemnitzia*, etc., etc. On y trouve aussi des *Ammonites coronatus* et *Bakeriæ* d'assez grande taille (de 1 à 2 décimètres de diamètre).

N° 9. Calcaire oolithique, exploité comme pierre de taille, avec oolithes ferrugineuses, renfermant des espèces exclusivement oxfordiennes, *Ammonites Bakeriæ*, *A. anceps*, *A. Jason*, etc. 0^m,50

N° 10. Calcaire compacte, très dur, gris blanchâtre, non exploité.

Toutes les parties de cette coupe, sauf peut-être le N° 10, dont les échantillons ne portaient point de fossiles déterminables, sont donc caractérisées par des espèces appartenant exclusivement à l'Oxford-clay, et même à l'Oxford-clay inférieur.

Parmi les nombreux fossiles recueillis par M. Guerre dans la même carrière, qui ne portaient point d'indication de couches, mais qui provenaient, en grande partie du n° 8, je remarque les espèces suivantes : *Nautilus subbiangulatus*, d'Orb. (1), *Ammonites macrocephalus*, Schloth., *A. Herveyi*, Sow., *A. microstoma*, d'Orb., *A. modiolaris*, Luitprand, *A. athleta*, Phill., *A. refractus*, Haan, *A. pustulatus*, Haan, *A. cristagalli*, d'Orb., *A. bipartitus*, Ziet., *A. Jason* (Rein. sp.), Ziet., *A. lanula* (Rein. sp.), Ziet., *A. Lalandeanus*, d'Orb., *A. Lamberti*, Sow., *A. Pottingeri*, Sow., *A. tatricus*, Pusch, *A. Erato*, d'Orb., *Natica Calypso*, d'Orb., etc.

(1) J'ai toujours trouvé cette espèce dans l'Oxford-clay inférieur; ainsi, à Chauffour (Sarthe), à Gigny (Yonne), etc.; jamais dans la grande oolithe où M. d'Orbigny la place. La même observation s'applique aux *Ammonites macrocephalus*, *Herveyi* et *microstoma*.

En général, toutes ces espèces sont représentées par des exemplaires de très petite dimension; elles sont accompagnées d'une quantité de gastéropodes presque tous nouveaux, bien qu'un grand nombre ait été à tort rapporté à des espèces de l'oolite inférieure, dont ils diffèrent à peu près tous.

Ainsi, un premier résultat des recherches de M. Guerre a été de mettre en évidence l'erreur dans laquelle M. Millet, dont les travaux sont d'ailleurs si estimables, était tombé par suite de déterminations erronées, et de montrer que toute cette riche faune de Montreuil-Belley appartient à l'Oxford-clay inférieur, et nullement à l'oolite inférieure (1).

Mais ce n'est pas là le seul intérêt que présente cette localité. Dans une seule petite couche de quelques centimètres d'épaisseur (n° 8), M. Guerre a recueilli près de 50 espèces nouvelles de gastéropodes, dont l'état de conservation ne le cède en rien aux coquilles de Grignon. Or, si l'on se rappelle que le *Prodrome* de M. d'Orbigny ne cite pour tout l'étage *callovien* (Oxford-clay inférieur) que 38 gastéropodes, on ne pourra s'empêcher de reconnaître que nos connaissances sur les faunes anciennes sont encore bien incomplètes.

MM. Triger, de Lorière, et quelques autres géologues qui ont pu admirer dans mon cabinet les richesses paléontologiques de la carrière du Chalet, ont fait eux-mêmes des récoltes considérables de fossiles qu'ils ont bien voulu me communiquer.

Pour répondre au désir qui m'a été exprimé par mes zélés confrères, j'ai entrepris la description de toutes les espèces nouvelles de ce gisement. Déjà ce travail est fort avancé, mais d'autres devoirs pouvant retarder de quelque temps sa publication, j'ai voulu établir dès maintenant la véritable position géologique de cette faune locale si remarquable à tant de titres, et en même temps faire connaître à qui en était due la connaissance publique, car jusqu'ici ces beaux fossiles n'étaient pas sortis de quelques collections locales.

Je me contenterai en terminant de dire que cette faune se retrouve, dans la même position géologique, aux environs de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or). M. Boucault a mis à ma disposition une belle collection de fossiles recueillis par lui à Grigny (Yonne), dans laquelle j'ai constaté l'existence d'un grand nombre d'espèces

(1) Cette erreur se trouve reproduite dans *l'Histoire des progrès de la géologie*, t. VI, p. 307.

identiques avec celles de Montreuil-Belley, et je dois à MM. Rathier et Cotteau la communication d'un certain nombre de pièces intéressantes de la même localité.

Mais, en dehors de ces deux points si éloignés qui rendent bien probable l'existence de cet horizon fossilifère dans tout le bassin de Paris, je ne connais jusqu'ici aucun autre gisement analogue.

M. Viquesnel lit l'extrait suivant d'une lettre qui lui a été adressée par M. Fournet, *sur le terrain houiller découvert par des sondages au Creusot.*

..... J'ai profité d'un instant de liberté pour visiter nos sondages du Creusot où j'étais appelé, afin de constater la marche des opérations. A cet égard, je vous donnerai la bonne nouvelle de la rencontre du terrain houiller, au centre même du bassin, dans deux sondages, à peu près à la profondeur de 600 et quelques mètres. Il reste à atteindre un banc houiller exploitable; mais provisoirement la sonde a ramené des empreintes végétales, plus quelques menus fragments de houille collante, donnant par conséquent du coke et du bitume. Ce résultat est, comme vous le voyez, déjà assez satisfaisant. La géologie a gain de cause, puisque l'administration du Creusot ne me demandait pas autre chose que du *terrain houiller*. Éclairée comme elle l'est, elle sait bien que le reste est l'affaire d'un peu de bonheur combiné avec de la persévérance. Ainsi donc mes promesses sont réalisées conformément à mes idées théoriques; il ne s'agissait que d'avoir le courage de son opinion, et de déclarer haut et ferme que l'on réussissait. C'est ce que personne n'avait osé faire jusqu'à ce jour pour ce terrain si puissamment masqué par le grès bigarré.

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

A PARIS,

Du 2 au 10 septembre 1855.

Séance du 2 septembre 1855.

PRÉSIDENCE DE M. A. DUMONT.

Un grand nombre de membres de la Société se sont réunis à midi dans le local ordinaire des séances, sous la présidence provisoire de M. Viquesnel, vice-président.

On procède, pour la session, à l'organisation du bureau, qui est composé de la manière suivante :

Président : M. André Dumont.

Vice-Présidents : MM. Desor et Emilien Dumas.

Secrétaire : M. Ed. Hébert.

Vice-Secrétaire : M. Paul de Rouville.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Émile Benoit :

1° *Traité descriptif et analytique des produits de l'industrie*, in-8, 444 p. Besançon, 1854; chez Dodivers, etc.

2° *Traité élémentaire et pratique des manipulations chimiques*, in-8, 111 p., 3 tableaux. Besançon, 1854; chez Dodivers, etc.

De la part de M. Eugène Deslongchamps : *Notice sur l'appareil brachial des Thécidées*, par M. E. Suess, traduit de l'allemand par M. le comte F. A. de Marshall, et *Observations*

Soc. géol., 2^e série, tome XII.

81

sur le même sujet par M. Eugène Deslongchamps, in-4, 22 p., 2 pl. Caen, mai 1855 ; chez A. Hardel.

De la part de M. E. Jacquot :

1^o *Note sur la composition de quelques calcaires magnésifères des terrains vosgien et triasique en Lorraine* (extr. du 7^e Bull. de la Soc. d'hist. nat. de la Moselle), in-8, 12 p. Metz, 1855 ; chez Verronnais.

2^o *Note sur la découverte de la houille à Creutzwald et à Carling* (extr. des Mém. de l'Acad. I. de Metz, années 1854-1855), in-8, 20 p. Metz, 1855 ; chez F. Blanc.

De la part de MM. W. E. Logan et T. Sterry-Hunt : *Esquisse géologique du Canada pour servir à l'intelligence de la carte géologique et de la collection des minéraux économiques envoyés à l'Exposition universelle de Paris en 1855*, in-8, 100 p., 1 carte. Paris, 1855 ; chez H. Bossange et fils.

De la part de M. Ch. d'Orbigny : *Tableau synoptique des terrains du bassin de Paris*, 1 f. gr. aigle. Paris, 1855.

De la part de M. E. Renevier : *Seconde note sur la géologie des Alpes vaudoises* (extr. du Bull. de la Soc. vaudoise des sc. nat., séance du 4^{er} novembre 1854), in-8, 16 p.

De la part de MM. Terquem et Jacquot : *Note sur quelques fossiles du terrain keupérien du département de la Moselle* (extr. du Bull. de la Soc. d'hist. nat. du département de la Moselle), in-8, 7 p. Metz... ; chez Jules Verronnais.

De la part de M. E. de Verneuil : *Rapport sur un mémoire de M. Jules Marcon, relatif à la classification des chaînes de montagnes d'une partie de l'Amérique du Nord* (extr. des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, t. XL, séance du 2 avril 1855), in-4, 8 p.

De la part de MM. de Verneuil, E. Collomb et de Loriaire : *Notes pour accompagner le tableau orographique d'une partie de l'Espagne* (extr. des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, t. XL, séances des 2 et 9 avril 1855), in-4, 18 p.

M. Charles d'Orbigny, en faisant hommage à la Société d'un grand tableau colorié qu'il vient de publier sous le titre de : *Tableau synoptique des terrains et des principales couches qui constituent le sol du bassin parisien, avec indication des fossiles*

caractéristiques et des roches utiles aux arts et à l'agriculture,
lit la note explicative suivante :

Après avoir déjà publié deux coupes abrégées des terrains parisiens (1838 et 1839), j'ai pensé qu'il pouvait être utile pour la science de présenter, sous forme de tableau synoptique, le résumé complet des nombreux documents géologiques que je réunis depuis plus de vingt ans sur les environs de Paris.

Ce tableau pouvant difficilement dépasser l'étendue que je lui ai donnée, j'ai pris pour limites, à peu d'exceptions près, savoir : au sud, les environs d'Étampes, de Montereau, de Fontainebleau, de Saint-Ange, de Château-Landon ; au nord, les environs de Beauvais, de Compiègne, de Soissons ; à l'est et à l'ouest, les environs d'Épernay et d'Évreux.

Les 129 assises que je superpose dans mon tableau sont groupées en étages et sous-étages que je n'ai pas craint de multiplier, afin d'en rendre l'étude plus facile. Toutes ces assises sont extraites de coupes locales détaillées, dont je possède les échantillons, ce qui m'a permis d'en indiquer la puissance moyenne. Pour ne pas trop multiplier ces assises, j'ai groupé sous le même numéro d'ordre les couches qui n'offrent qu'un intérêt secondaire, et j'ai consacré au contraire un numéro spécial à toutes celles qui m'ont semblé présenter un intérêt particulier. Toutefois, ce n'est pas sans difficulté que je suis parvenu à intercaler, à superposer d'une manière rigoureuse, dans une coupe unique, les éléments souvent dissemblables résultant d'environ 100 coupes isolées prises dans des localités différentes.

Il n'était pas toujours facile non plus d'éviter de présenter comme couches distinctes certaines assises qui sont synchroniques, quoique de nature très différente ; aussi n'ai-je nullement la prétention de n'avoir pas fait d'erreurs. J'ai cherché seulement à approcher le plus près possible de la vérité, bien convaincu que, par suite de nouvelles études, j'aurai moi-même plus d'une correction à faire à mon travail.

Dès maintenant je dois déclarer que, tout en ayant placé avec hésitation la marne lacustre à Physes, de Rilly, à la partie supérieure du terrain créacé, je me détermine après un nouvel examen à rattacher cette marne au terrain tertiaire, dont elle formerait ainsi la partie la plus inférieure.

Quant aux sables de Bracheux et aux poudingues de Nemours, au sujet desquels il y a déjà eu tant de discussions à la Société géologique, comme leur véritable position ne me semble pas en-

core parfaitement déterminée, j'ai cru devoir en faire abstraction dans mon tableau.

En résumé, sauf les sables marins de Bracheux et les poudingues de Nemours, ma coupe comprend dans leur ordre de superposition, avec l'indication des fossiles caractéristiques et des principales localités, savoir :

1° Toutes les assises du bassin parisien citées comme offrant quelque intérêt, et dont plusieurs n'avaient pas encore une position nettement déterminée.

2° Un assez grand nombre d'autres assises dont personne n'avait parlé jusqu'ici. Parmi ces dernières, il en est qui offrent un intérêt tout particulier en ce qu'elles prouvent que, dans la plupart des étages parisiens, les alternances de couches marines et lacustres, ainsi que le mélange de coquilles marines et fluviales dans la même assise, sont beaucoup plus fréquents qu'on le supposait.

M. Desor fait part à la Société de la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. Jules Thurmann.

La Société prie M. Desor de vouloir bien rédiger, pour le *Bulletin*, une notice biographique sur M. Thurmann.

L'ordre du jour appelle la discussion de divers projets d'itinéraires soumis à la Société, pour les excursions aux environs de Paris : celui de M. Hébert est adopté sauf quelques modifications proposées par MM. Charles d'Orbigny, P. Michelot, Graves et Boubée.

Le programme de la réunion extraordinaire est fixé ainsi qu'il suit :

Lundi 3 septembre, excursion à Meudon : à 8 heures du soir séance au local de la Société géologique.

Mardi 4, excursion à Charonne, Romainville, les buttes Chaumont, Montmartre, les Docks : à 8 heures du soir, séance.

Mercredi 5, excursion à Étampes.

Jeudi 6, excursion à Meulan, Vigny, Triel.

Vendredi 7, séance à 8 heures du soir.

Samedi 8, excursion à Pont-Sainte-Maxence.

Dimanche 9, excursion au mont Ganelon, Cuise et Pierrefonds.

Lundi 10, séance à 8 heures du soir.

Séance du 3 septembre 1855.

PRÉSIDENCE DE M. A. DUMONT.

Le vice-secrétaire donne lecture du procès-verbal de la première séance, dont la rédaction est adoptée.

La parole est donnée à M. Hébert pour résumer les faits observés dans la journée (1).

La Société, sous la direction de MM. Hébert et Charles d'Orbigny, s'est transportée le matin à Meudon pour examiner les couches les plus inférieures du bassin de Paris.

Craie de Meudon. — La crayère des Moulineaux, rendue classique dès 1811 par les observations d'Alexandre Brongniart (2), présente sur une épaisseur de vingt mètres la craie blanche avec ses lits de silex d'autant plus abondants qu'on remonte vers la partie supérieure, et la craie jaunâtre à laquelle les trous dont elle est percée, et les canaux sinueux qui la traversent, ont valu le nom de *craie tubulée*. La présence de ces tubulures, qui paraissent avoir été produites par l'écoulement des eaux ou par des émanations de gaz, témoigne de l'émersion et de la dénudation de la craie antérieurement au dépôt des couches qui la recouvrent.

La persévérance des recherches paléontologiques de M. Hébert a singulièrement augmenté la liste des fossiles précédemment reconnus dans cette localité. Il y a trouvé des débris de *Mosasaurus*, de *Leiodon*, de poissons du genre *Beryx* et de squales dont une espèce le *Corax cristodontus* se retrouve dans le calcaire à baculites du Cotentin et dans la craie de Maëstricht, des céphalopodes parmi lesquels plusieurs Hamites et deux Ammonites nouvelles, dont une très gonflée à gros tubercules et

(1) M. Hébert, secrétaire de la session, n'ayant pu rédiger les comptes rendus des séances, M. Paul de Rouville a bien voulu se charger de ce travail, que la commission du *Bulletin* s'est trouvée dans la nécessité de remanier pour y intercaler les notes remises par plusieurs membres de la Société.

(2) *Essai sur la géogr. minér. des environs de Paris*, 1811, p. 40 et 69, et *Descript. géol. des environs de Paris*, 1834, p. 29 et suiv., et 134.

l'autre plus plate, et enfin une foule de gastéropodes qui ont laissé des empreintes parfaitement reconnaissables sur le talon des *Ostrea vesicularis*; le nombre des acéphales s'est aussi accru, et parmi les Échinodermes le *Cardiaster granulatus* rappelle des formes plus ou moins analogues trouvées dans le calcaire à baculites du Cotentin et dans la craie de Maëstricht, et tout à fait identiques avec celles de la craie de Cipply.

M. Hébert fait observer que le *Micraster coranguinum* cité à Meudon est une espèce toute différente du vrai *M. coranguinum*, dont le type provient d'Angleterre. Il a donné à l'espèce de Meudon le nom de *M. Brongniart*. Il ajoute que la faune de Meudon contient aujourd'hui un nombre assez considérable d'espèces et constitue un état de choses spécial, dont on ne retrouve l'analogue qu'à Norwich, en Angleterre, et à Cipply, en Belgique.

Calcaire pisolithique et marnes blanches.—Au-dessus de la craie tubulée, en stratification concordante avec elle, sans aucune couche de galets roulés intermédiaires, la Société a constaté la présence des deux bancs calcaires séparés par une couche mince de marnes feuilletées que M. Élie de Beaumont (1) a le premier signalés, et que M. Charles d'Orbigny a plus particulièrement étudiés et décrits sous le nom de *Calcaire pisolithique tertiaire* (2). M. d'Orbigny a retrouvé ce calcaire à Bougival, Port-Marly et Vigny; il en a rapproché dès les premiers temps le calcaire de Laversines, près Beauvais, étudié spécialement par M. Graves (3).

Immédiatement au-dessus de ces assises, la Société a constaté l'existence d'une couche composée de marnes blanchâtres, enveloppant des rognons de calcaire pisolithique.

Une discussion s'est élevée au sujet de ces marnes, M. d'Orbigny les rapportant au calcaire pisolithique et M. Hébert au conglomérat de l'argile plastique.

Argile plastique.— Le groupe de couches qui succède dans

(1) *Bull.*, 1^{re} sér., t. VI, p. 285.

(2) Ch. d'Orbigny, *Mém. sur div. couches de terrain entre la craie et l'argile plastique*, p. 9 et 10.

(3) L. Graves, *Essai sur la topographie géognostique du département de l'Oise*, p. 166 et suivantes.

la carrière à l'assise des marnes blanchâtres, est recouvert par des éboulements d'argile et de calcaire grossier; un peu plus loin sur la droite, la Société a reconnu facilement la série suivante de bas en haut :

Argile feuilletée noire avec gypse cristallisé, grès ferrugineux et petits débris de calcaire pisolitique	0,20
Lignites	0,40
Marne argileuse	0,35
Argile plastique rouge, grise, jaune, etc.	2 à 8,00

L'argile feuilletée noire constitue pour M. Hébert la couche ossifère par excellence du *Conglomérat*, dont elle serait la partie la plus ténue : les os longs s'y sont préférablement conservés ; elle a fourni des os de sauriens, des dents de *Coryphodon* et tout récemment le tibia et le fémur du *Gastornis parisiensis*, dont la Société constate le lieu d'extraction ; il s'y trouve aussi un grand nombre d'empreintes végétales et même de morceaux de bois d'une grosseur considérable ; le gypse qui imprègne cette argile s'est parfois logé dans l'étui médullaire des os longs ou des végétaux.

Calcaire grossier et Cuillasses. — Au-dessus de l'argile plastique, la Société a recueilli quelques individus de la *Nummulites lavigata* provenant des couches les plus inférieures du calcaire grossier, dont les éboulements, favorisés par la nature meuble de ses couches, forment un talus assez escarpé au-dessus de la crayère de Meudon ; la série qui se présente d'une manière imparfaite de bas en haut est la suivante :

Sable d'un blanc grisâtre veiné de jaune.

Banc de calcaire grossier pétri de silicate de fer, et présentant de nombreux fossiles, parmi lesquels l'*Echinolampas similis*, le *Prorhynchus Cuvieri*, etc., etc.

Calcaire grossier très tendre et d'un blanc jaunâtre.

M. André Dumont a constaté l'identité de ces assises avec celles qui forment son système Bruxellien de Belgique, l'argile plastique représentant son Landénien ; le système Yprésien intermédiaire manquerait dans cette localité ; la surface en en aurait été enlevée durant le dépôt en Belgique des couches correspondantes à ce dernier système.

La carrière de calcaire grossier la plus voisine de la crayère étant en partie comblée, la Société n'a pu y étudier cette formation, qu'elle aura l'occasion de retrouver dans la suite de ses excursions. Les cristallisations de carbonate de chaux, si nombreuses et si variées dans les couches supérieures ou *caillasses*, ont arrêté un moment l'attention de la Société; la question était de savoir si quelques-unes de ces cristallisations, simulant les fers de lance du gypse, n'avaient pas été influencées dans leur forme par la présence du sulfate de chaux.

M. Hébert a fait remarquer les surfaces raboteuses de ses cristaux si différentes des surfaces lisses des vrais fers de lance, et la variété des axes de cristallisation, comme offrant des caractères distinctifs suffisants et tout à fait spéciaux au carbonate de chaux.

M. Charles d'Orbigny a rappelé que la fluorite cubique et les cristaux bipyramidés de quartz, si fréquents dans ce même étage des caillasses, attestent l'intervention de phénomènes chimiques assez énergiques durant leur dépôt. Un autre caractère qui distingue cet étage, c'est sa constance dans le bassin de Paris; les couches supérieures du calcaire grossier manquent au contraire souvent: les caillasses reposent alors sur le calcaire grossier moyen.

Relief du sol des environs de Paris. — La hauteur du plateau que forme la carrière, sa différence de niveau avec le calcaire grossier des plateaux environnants, la protubérance de la craie qui en forme la base, et le peu d'épaisseur des couches intermédiaires provoquent les réflexions de la Société sur les causes de ces différences si sensibles en certains endroits dans l'épaisseur d'une même assise.

M. Jacquot fait observer qu'on a longtemps invoqué d'une manière à peu près exclusive, pour expliquer ces différences, l'action de vastes dénudations souvent répétées; il insiste sur la nécessité de reconnaître l'intervention d'actions dislocatrices dont la direction de la Seine, si concordante avec celle des affleurements de la craie, peut être considérée comme un des axes principaux.

M. Hébert ajoute que la plus importante de ces dislocations a dû suivre immédiatement le dépôt de la craie; les différentes formations plus récentes se trouvant en quelque

sorte sous la dépendance du relief du sous-sol crétacé; c'est ainsi que le calcaire pisolitique n'est représenté à Meudon que par sa partie supérieure, tandis qu'ailleurs, à Vigny par exemple, où la craie n'est pas aussi relevée, il affecte une bien plus grande épaisseur et montre ses assises inférieures; il en est de même des sables du Soissonnais, qui sont rudimentaires à Meudon et très épais dans les départements de l'Aisne et de l'Oise.

Læss, sables et meulières de Bellevue. — Après ces observations faites dans la carrière des Moulineaux, la Société s'est transportée sur le plateau de Bellevue, où elle a constaté un dépôt de læss d'à peu près deux mètres d'épaisseur; elle en avait rencontré un semblable, le matin, sur le chemin qui de la station descend aux Moulineaux. Le læss de Bellevue offre tous les caractères ordinaires de ce dépôt; c'est une argile limoneuse ou marneuse, jaunâtre, sans lit de stratification, renfermant des concrétions ovoïdes de marne calcaire endurcie, quelquefois creuses ou cloisonnées intérieurement. L'uniformité de ses caractères minéralogiques et géognostiques, que fait ressortir M. Dumont, imprime à ce terrain une physionomie toute particulière; l'absence normale de tout mélange de cailloux roulés et d'ossements, la présence de coquilles d'eau douce et terrestres analogues à celles qui vivent dans la contrée, l'étendue de ses dépôts, leur indépendance à l'égard des cours d'eau actuels, et néanmoins leur très grande ressemblance avec les limons qui s'y forment chaque jour, sont autant de traits qui le caractérisent partout où on le rencontre, et on le rencontre dans toutes les parties du monde; le mode de formation n'en est pas encore reconnu; mais la généralité et l'uniformité des effets présupposent une cause uniforme et générale.

M. Charles d'Orbigny signale le gisement du læss de Bellevue comme celui qui atteint le niveau le plus élevé dans les environs de Paris; le læss recouvre ailleurs le diluvium rouge caillouteux; ici, il est superposé aux sables de Fontainebleau, que surmontent quelques rudiments d'argiles à meulières.

La sablière de Bellevue ne présente que la partie moyenne des sables de Fontainebleau; la partie supérieure, plus gréseuse, a été entraînée par les eaux, quelques blocs de grès gisant sur le

sol témoignent de sa dénudation. Il est probable que les couches qui correspondent à la partie supérieure ont fourni, dans l'avenue de Meudon, les blocs qui servirent de dolmens aux Gaulois.

Le sable de la partie moyenne est très micacé, celui de la partie supérieure est plus argileux. Ce dernier forme les hauteurs de Meudon, et supporte une calotte peu épaisse de meulière, dont la présence est annoncée par la couleur rougeâtre des argiles qui les accompagnent : ce sont les meulière supérieure ou de Montmorency qui sont très rarement en couches continues, mais plutôt en morceaux anguleux, comme résultant de couches minces brisées et enveloppées dans la marne argileuse ou dans le sable argilo-ferrugineux.

M. Ch. d'Orbigny a rappelé que ce mode si curieux de gisement constaté par la Société, et que Brongniart avait très bien observé (1) sans chercher à l'expliquer, a été l'occasion d'hypothèses plus ou moins ingénieuses. Pour certains géologues, la cassure des bancs de meulière serait due à un tassement postérieur au dépôt, favorisé par l'état meuble des couches inférieures ; pour d'autres, elle résulterait d'une succussion venue de bas en haut, laquelle aurait épargné les couches intermédiaires.

M. Dumont a rapproché le phénomène des meulière de celui du limon hesbayen, où les silex ont survécu à la crue entraînée par les eaux ; des matériaux déposés et dissous ultérieurement auraient pu, en s'épanchant, laisser les meulière en place.

Quoi qu'il en soit, ce mode de gisement n'est pas particulier aux meulière supérieure. M. Hébert l'a observé dans celles de la Ferté-sous-Jouarre, qui correspondent au calcaire de la Brie ; il rappelle la fragilité des silex qui, suivant lui, se seraient déposés au sein des argiles à la manière de la silice des Geysers, et se seraient brisés sur place, par suite du lavage de la gangue argileuse par les eaux diluviennes dont tant de matériaux détritiques indiquent le passage. M. Charles d'Orbigny a fait observer, dans les fentes des meulière où l'argile rougeâtre a pénétré, la présence de fer pisolithique et de fer hydraté, signalée

(1) *Description géologique des environs de Paris*, p. 406. 1831.

pour la première fois par M. Eug. Robert (1), et qu'il rapporte comme lui à l'époque diluvienne.

A la suite de son résumé, M. Hébert trace sur le tableau la circonscription géographique du calcaire pisolithique; il le représente comme étant partout adossé à la craie, excepté à Meudon et à Port-Marly, où il la recouvre. La formation pisolithique constitue dans le bassin de Paris un dépôt essentiellement démantelé, d'autant plus puissant que les inégalités de la craie qu'il a nivelées étaient plus profondes : c'est ce qu'on observe avec différentes épaisseurs et à divers niveaux à Meudon, Port-Marly, Bougival, Vigny, la Falaise, Montainville, Ambleville (Seine-et-Oise), Laversines (Oise), Mont-Aimé, Vertus (Marne), Montereau (Seine-et-Marne). Le gisement du calcaire pisolithique aux pieds de la craie relevée du pays de Bray, et la présence, attestée par M. Graves, dans cette craie, d'une faune identique avec celle de Meudon, tendraient à fixer l'époque du relèvement du pays de Bray entre la craie blanche et le calcaire pisolithique; celui-ci aurait ultérieurement servi de falaise et de bas-fond au premier dépôt tertiaire.

M. d'Orbigny fait la communication suivante, au sujet de la discussion qui s'est élevée entre M. Hébert et lui, relativement aux marnes blanches observées à Meudon au-dessus du calcaire pisolithique.

Note sur les diverses assises de calcaire pisolithique et de conglomérat, placées entre la craie et l'argile plastique des environs de Paris, par M. Charles d'Orbigny.

Le 1^{er} mai 1854, M. Hébert a lu à la Société géologique un intéressant mémoire sur l'argile plastique et les assises qui l'accompagnent aux environs de Paris.

Dans le second paragraphe de ce mémoire intitulé : *Du conglomérat de Meudon et de Bougival*, cet habile géologue commence par rappeler la coupe que j'ai publiée, en 1836, des diverses couches au milieu desquelles se trouve le conglomérat à ossements de Meudon. Puis pour achever, dit-il, de donner une idée nette de cette série de couches, il produit deux coupes des carrières de

(1) *Bulletin*, vol. XII, p. 374. 1844.

Bougival, qu'il décrit avec détail, en faisant suivre cette description d'une explication théorique.

Ayant exploré récemment les environs de Bougival et de Port-Marly, j'ai étudié de nouveau les carrières dont il s'agit, et de cette étude il me semble résulter plusieurs faits non encore signalés, pour lesquels je ne suis pas complètement d'accord avec M. Hébert.

Afin de bien faire comprendre les points sur lesquels il y a entre nous divergence d'opinion, ainsi que les faits probablement nouveaux dont j'ai à parler, je crois devoir reproduire ici la première coupe de ce géologue, en plaçant au-dessous la même coupe telle que je la conçois.

Coupe, selon M. Hébert, d'une carrière située à Bougival, à gauche de la rue qui monte à l'église (Bull., t. II, p. 427).

	E.	3,00	d'argile plastique.	
	D.	3,50	d'argile marbrée.	
	C.	4,00	de sable argileux.	
A et B représentent le conglomérat à osse- ments de Meudon.	B.	0,60	de conglomérat à gros blocs de calcaire pisolithique.	} Conglomérat de l'argile plastique.
	A.	1,30	de conglomérat à fragments de craie et de calcaire pisolithique.	
		2,50	de craie blanche;	

Coupe de la même carrière, selon M. d'Orbigny.

Argile plastique.	}	0,50	de sable quartzeux à gros grains.
		0,20	d'argile ocreuse.
Calcaire pisolithique.	}	E.	5,00 d'argile plastique exploitée.
		D.	5,50 de marne sableuse pisolithique.
		C.	4,00 de sable argileux.
		B.	} 4,75 de calcaire et marne pisolithique.
		A.	
A.	0,30 de marne verdâtre feuilletée.		
Craie blanche.	}	A.	0,60 de conglomérat bréchiforme de craie.
			1,00 de craie dure jaunâtre.
			2,00 de craie blanche.

D'après la coupe de M. Hébert et l'explication détaillée qu'il en donne, il en résulterait d'une manière incontestable ce qui suit:

1° L'étage du calcaire pisolithique n'existerait pas dans cette

carrière, ou du moins s'il s'en trouve des blocs et des rognons, ils seraient roulés, non en place, et appartiendraient à l'argile plastique.

2° Les assises A, B, C, D, placées entre la craie et l'argile plastique proprement dite, formeraient ensemble un puissant dépôt de conglomérat tout à fait analogue au conglomérat qui, à Meudon, constitue la partie inférieure de l'argile plastique.

3° Enfin les couches A, B, placées immédiatement au-dessus de la craie blanche, *représenteraient spécialement le conglomérat à ossements de Meudon.*

Suivant ma coupe, il résulterait au contraire ce qui suit :

1° La couche A (partie inférieure du conglomérat à ossements de M. Hébert) se diviserait en deux assises bien distinctes et séparées par un petit lit de marne verte feuilletée. La première ou la plus inférieure, qui appartiendrait à l'étage crayeux, serait un conglomérat bréchiforme, composé uniquement de débris anguleux de craie blanche et de rognons de silex ; le tout non ou à peine cimenté, et quelquefois légèrement coloré en jaunâtre par des infiltrations ferrugineuses. Dans la plupart des localités où la craie se voit à nu, il existe, sur certains points de la surface, un dépôt semblable que j'ai parfaitement constaté à Bougival, à Meudon, au Val-Fleury, à la base du mont Bernon (Marne), dans les tranchées du bois de Boulogne près la porte d'Auteuil, etc. Cette couche, toujours imparfaitement consolidée, dont la puissance est d'environ 1 mètre, constitue la partie superficielle de la craie blanche qui s'est trouvée ainsi fendillée et délitée sur place par les agents atmosphériques.

2° La partie supérieure de la couche A et l'assise B de M. Hébert, formant le complément de son conglomérat ossifère, constituent selon moi, d'une manière évidente, le calcaire pisolitique de Meudon, composé, comme on le sait, de deux bancs séparés par un petit lit de marne feuilletée verdâtre.

En effet, l'assise B, ainsi que le dit M. Hébert, est composée à Bougival d'une série de gros blocs de calcaire pisolitique extrêmement dur, *alignés les uns à la suite des autres*, dans l'intervalle et au-dessous desquels sont des rognons du même calcaire.

Ces rognons, abondants surtout à la partie inférieure, représentent le banc inférieur de calcaire pisolitique de Meudon, et les gros blocs qui les recouvrent, au lieu de faire partie du conglomérat de l'argile plastique, correspondent au banc supérieur de la même localité ; seulement, à Bougival, ce banc a peut-être été disloqué par suite d'affaissements, résultant des anciennes car-

rières souterraines de craie qui existent au-dessous de cette assise. Si les blocs de calcaire pisolithique sont maintenant disséminés sur la même ligne sans former un banc continu, c'est peut-être aussi parce qu'ils ont été exploités comme pierres de construction. Ce qui me fait supposer qu'il en est ainsi, c'est que dans le chemin de la Princesse, à Bougival, où en 1854 M. Hébert a signalé un banc analogue très régulier, ce banc a cessé d'être visible par suite de l'exploitation qui vient d'en être faite. Ce même banc, au contraire, est encore intact dans la carrière voisine, qui forme l'objet de la 2^e coupe de M. Hébert.

Quant à l'étage friable, et plus ou moins marneux, de la partie inférieure de l'assise en question, je dois ajouter que, sur une grande étendue des fortifications du bois de Boulogne, j'ai observé le même fait. Il résulte sans doute d'une cimentation imparfaite qui n'a pu produire que des rognons, ainsi que cela se voit pour certains bancs du calcaire grossier, et surtout des sables et grès dits de Beauchamp.

3^o Les assises C et D, considérées par M. Hébert comme une dépendance du conglomérat de Meudon, et que conséquemment il rapporte encore à l'argile plastique, forment pour moi la partie supérieure du calcaire pisolithique. Cette assise se compose de plusieurs couches de sable argileux, et de marne sableuse, blanchâtre, bigarrée ou marbrée de gris et de jaune. La marne est remplie de nodules, rognons et blocs de calcaire pisolithique dur, à grains spathiques, et contenant des *Cerithium Carolinum*, ainsi que d'autres coquilles marines caractéristiques de l'étage pisolithique.

Cette marne, en partie à l'état de conglomérat, est souvent très ondulée, comme j'ai pu le constater dans les tranchées des fortifications du bois de Boulogne où, sur une étendue de 8 à 10 mètres, elle présente parfois des différences de niveau de plusieurs mètres, les parties concaves étant remplies par des couches horizontales d'argile plastique.

Le dépôt de marne pisolithique a donc évidemment participé à la grande dénudation qui a mis fin à la période crétacée, et il ne me paraît pas possible de le rattacher à l'argile plastique qui le recouvre en stratification discordante. Lorsqu'en 1836 j'ai publié mon mémoire sur le calcaire pisolithique et le conglomérat ossifère de Meudon, la magnifique tranchée qu'on y voit aujourd'hui n'était pas encore commencée. La marne blanche pisolithique se voyait seulement avec une épaisseur de 35 centimètres à la surface d'un petit mamelon isolé couvert de végétation; en

sorte qu'il était impossible d'en indiquer d'une manière exacte la position et l'importance ; mais aujourd'hui que cette assise est si facile à étudier à Bougival, à Meudon, à Saint-Cloud et à Port-Marly, où elle se présente avec une puissance qui dépasse quelquefois 10 mètres, je n'hésite pas à la considérer comme la partie supérieure du calcaire pisolithique parisien, que M. Élie de Beaumont a le premier rattaché à la période crétacée.

Quant à l'état plus ou moins congloméré de la marne pisolithique, ce caractère, qui n'a rien d'anormal, ne me semble pas suffisant pour la réunir au conglomérat ossifère de Meudon. En effet, le calcaire pisolithique consolidé de Meudon, et surtout de Vigny, de Port-Marly, du Mont-Aimé, etc., est quelquefois en partie à l'état de véritable conglomérat sablonneux, formé presque entièrement de débris de coquilles et de polypiers. Au Mont-Aimé et aux environs de Montereau, il contient en outre des rognons de silex, de la craie, ce qui n'empêche pas que ce terrain soit réellement en place. Il en est d'ailleurs de même du calcaire grossier des environs de Paris, qui est un véritable conglomérat ou grès calcaire à grains plus ou moins fins, formé de sable résultant presque entièrement de petits débris de calcaire et de polypiers réunis par un ciment calcaire.

Après ce qui précède, il ne me reste plus que quelques mots à dire à l'égard de la seconde coupe que M. Hébert a donnée d'une carrière située à Bougival, en face de la précédente, coupe que je reproduis aussi :

Seconde coupe de M. Hébert.

	E.	Argile plastique.	
	D.	2,50 d'argile marbrée.	
	C.	0,60 de sable argileux.	
Conglomérat proprement dit.	B.	4,50 de conglomérat.	} Conglomérat.
		0,50 Banc de calcaire pisolithique.	
	A.	1,30 de conglomérat.	
		Craie blanche.	

Cette coupe ne diffère de la première, selon M. Hébert, « qu'en » ce qu'ici : au lieu de renfermer de gros blocs de calcaire pisolithique » alignés, le lit B de conglomérat recouvre un banc régulier et parfaitement horizontal de calcaire pisolithique. »

Or, comme dans l'explication de sa première coupe, ce géologue dit (*Bull.*, page 427) que les assises A, B, représentent avec la plus parfaite analogie le conglomérat à ossements de l'argile plastique de Meudon, il en résulterait d'abord que le banc pisolithique se-

rait ici intercalé au milieu de ce conglomérat à ossements, et ensuite que ce même banc, si régulier et incontestablement en place, se trouverait faire partie, à Bougival, de l'argile plastique. Ce serait certes une bien grande anomalie: car M. Hébert, ainsi que presque tous les géologues, classe depuis longtemps le calcaire pisolithique des autres localités à la partie supérieure du terrain crétacé et au-dessous de l'argile plastique.

Pour moi, les choses sont beaucoup plus simples. L'assise A de la seconde coupe de M. Hébert, ainsi que le banc régulier qui la recouvre, représentent les deux bancs inférieur et supérieur de calcaire pisolithique, friable et dur, de Meudon.

Les assises B, C, D, correspondent à mes couches C, D, de marne sableuse pisolithique.

Enfin, relativement au conglomérat à ossements de Meudon, qui est sans doute accidentel et local, il n'aurait pas d'équivalent constaté à Bougival. Si l'on devait le faire figurer dans la coupe de cette localité, au lieu de le représenter par les assises A et B que je rapporte à deux étages distincts (craie et calcaire pisolithique), il faudrait le placer, comme à Meudon, à la base de l'argile plastique proprement dite, E, base qui à Bougival n'est pas visible en ce moment.

Les faits que je viens d'énoncer se trouvent confirmés par la coupe suivante que j'ai prise au Port-Marly (carrière de M. Dagomé), et que M. Elie de Beaumont a le premier signalée à la Société le 19 mai 1834. Dans cette localité, les diverses assises de l'étage pisolithique présentent, d'une manière régulière et sans dislocation, un ensemble infiniment plus complet et plus puissant qu'à Bougival et qu'à Meudon.

Coupe de haut en bas.

1. Calcaire grossier.
2. Sables glauconieux.

Argile plastique.

3. Sables et grès ferrugineux à gros grains.
4. Argile ocreuse.
5. Argile plastique grise, marbrée de rouge.

Étage pisolithique.

6. Marne sableuse blanchâtre, avec nodules et rognons disséminés de calcaire pisolithique dur, à grains spathiques et à coquilles marines. 10,00

- | | |
|--|------|
| 7. Banc très régulier de calcaire pisolithique dur, presque compacte, et contenant des coquilles marines. | 0,60 |
| 8. Marnes pisolithiques blanchâtres, avec nombreux rognons et blocs de calcaire dur à grains spathiques, enveloppés de marnes feuilletées verdâtres, ce qui donne à l'assise un aspect bigarré. Ce dépôt correspond parfaitement à la petite couche de marnes vertes feuilletées et à <i>Pecten</i> qui, à Meudon, sépare les deux bancs de calcaire pisolithique. | 2,50 |
| 9. Banc inférieur de calcaire pisolithique jaunâtre, beaucoup moins dur que le banc supérieur n° 6. Ce calcaire présente des lits minces et des veines à l'état de conglomérat friable, composé presque entièrement de débris de coquilles et de polypiers. | 3,00 |

Étage crayeux.

10. Craie jaunâtre, durcie et tubulée, avec rognons de silex zoné.
11. Craie blanche avec rognons de silex noirâtre.

En résumé, mon opinion est :

1° Que le conglomérat à ossements de Meudon n'a pas jusqu'ici de représentant constaté à Bougival et à Port-Marly ;

2° Que la craie blanche est souvent fendillée et délitée à sa surface, de manière à former sur place un conglomérat bréchi-forme imparfaitement cimenté ;

3° Que toutes les couches placées entre la craie et l'argile plastique de Bougival appartiennent à l'étage du calcaire pisolithique, faisant partie de la période crétacée ;

4° Que par conséquent cet étage, qui aux environs de Paris se terminait avec les bancs de calcaire pisolithique plus ou moins consolidé, comprend en outre les 8 à 10 mètres de marnes sableuses, à rognons pisolithiques, placées entre ces bancs et le conglomérat à ossements qui forme la partie inférieure de l'argile plastique de Meudon.

M. Hébert se propose de répondre à la nouvelle note de M. d'Orbigny quand elle sera imprimée ; il s'en tient pour le moment aux résultats motivés de ses *Observations sur l'argile plastique et les assises qui l'accompagnent dans la partie méridionale du bassin de Paris* (Bulletin, 2^e série, t. XI, p. 418 et 645)

M. Jacquot fait la communication suivante :

*Note sur la place qu'occupe le grès d'Hettange (Moselle)
dans la série liasique, par M. E. Jacquot.*

La question du grès d'Hettange a attiré, à plusieurs reprises déjà, l'attention de la Société géologique; les bulletins, et surtout ceux des dernières années, sont remplis des discussions que cette question a soulevées. Sans avoir une importance considérable, elle a paru cependant offrir à la Société assez d'intérêt pour l'engager à choisir, en 1852, Metz pour le lieu de sa réunion extraordinaire. Le bulletin publié à la suite de cette réunion a fait connaître la conclusion à laquelle a conduit, pour les membres qui y étaient présents, l'examen des environs d'Hettange et de Luxembourg, et qui ne tend à rien moins qu'à placer les grès de ces deux localités dans l'*Infra-lias*, c'est-à-dire au-dessous de toute la série du dépôt de calcaire à gryphées arquées.

Un nouvel examen du lieu exploré par la Société en 1852 me conduisit à reconnaître que cette conclusion était trop absolue, et à me ranger à l'opinion des géologues belges et luxembourgeois, qui considèrent le grès de Luxembourg comme un dépôt synchrone de celui du calcaire à gryphées arquées. Je vais exposer les faits et dire les raisons qui m'ont engagé à me rallier à cette manière de voir.

Le lieu où le calcaire à gryphées arquées s'est montré avec le plus d'évidence au-dessus du grès d'Hettange, dans la réunion de 1852, est sans contredit Breistroff-la-Grande. Ce village est bâti sur les assises du grès, et quand on le quitte pour se diriger sur Mondorff par Rodemack, on ne tarde pas à apercevoir dans le fossé de la route, qui est légèrement ascendante, quelques bancs de calcaire alternant avec des marnes bleuâtres et renfermant, indépendamment des gryphées arquées, de nombreuses térébratules (*Terebratula variabilis*). Il y a là trois ou quatre couches au plus qui plongent vers le nord sous un angle de 10°, et qui réunies, offrent une puissance de quatre mètres au plus. En approchant de Rodemack, la route descend légèrement et on ne tarde pas à atteindre de nouveau le grès d'Hettange, formant au-dessus du village, un escarpement assez abrupte qui supporte le château en ruines de Rodemack. Si, au lieu de suivre la route de Mondorff, la Société s'était dirigée sur Eysing, elle aurait vu que les assises peu nombreuses de calcaire à gryphées, recoupées au-dessus de Breistroff, ne tardent pas à être recouvertes dans cette direction par les marnes du calcaire à bélemnites, et qu'elles re-

présentent par suite les couches supérieures de la formation. Ne trouvant là qu'une épaisseur insignifiante de calcaire à gryphées, elle aurait peut-être été amenée à reconnaître que la loi de superposition plaçait inévitablement le grès d'Hettange dans ce terrain. Mais avant d'anticiper sur la conclusion que l'on peut tirer des faits observés au-dessus de Breistroff, je citerai encore une coupe qui est très propre à jeter du jour sur la position qu'occupe le grès dont il s'agit.

C'est celle d'Ottange à Hettange, par Kanfen, que j'ai pu relever avec beaucoup d'exactitude le long du chemin vicinal qui relie ces localités, et qui est prise de l'ouest vers l'est, c'est-à-dire dans le sens opposé au plongement des couches. Il en résulte que, quand on se rend du premier village vers le second, on marche sur des assises de plus en plus anciennes. Le plateau qui domine Ottange, est élevé en moyenne de 420 mètres au-dessus du niveau de la mer, et couronné par les couches les plus élevées de la grande oolithe, qui sont exploitées près du vieux château. Ces couches consistent en un calcaire jaunâtre criblé de petites oolithes; elles sont peu épaisses et recouvertes, par places, d'un diluvium argileux rougeâtre qui paraît assez communément à la surface du plateau oolithique, surtout dans le voisinage des grandes vallées. En descendant à Vohnerange, on rencontre successivement les diverses assises de l'oolithe, et les parties les plus élevées de la formation liasique: d'abord les gros bancs qui forment la grande oolithe, puis le *fuller's-earth*, les calcaires sableux de l'oolithe inférieure, enfin, les marnes superposées à l'hydroxyde oolithique, et cet hydroxyde lui-même, qui présente ici assez de développement et passe insensiblement au grès supraliasique sur lequel le village est bâti. De Vohnerange à Kanfen, la route s'élève de nouveau sur les flancs de la vallée; mais elle n'atteint plus le sommet du plateau et elle descend, par un petit col, au second village qui est situé à la base de l'escarpement qui marque la limite de l'oolithe entre Metz et la frontière du Luxembourg. Les assises mises au jour entre ces deux points ne vont pas au delà des parties moyennes de la première division que l'on peut faire dans l'oolithe inférieure, celle qui est si nettement limitée en Lorraine par le calcaire vulgairement connu sous le nom de calcaire à polypiers. Elles sont ici jaunâtres, très sablonneuses et pénétrées d'infiltrations ferrugineuses brunes. L'hydroxyde oolithique et le grès supraliasique paraissent également bien sur le versant de la côte qui regarde Kanfen; ce grès y est très développé, il est à grains très fins, micacé, à ciment argileux et ferrugineux, peu consistant; mais vers la base, il de-

vient calcaireux, bleuâtre, et acquiert plus de dureté. Après le grès viennent des marnes bitumineuses d'un bleu noirâtre que l'on peut suivre, à la descente, jusqu'aux premières maisons de Kanfen; elles renferment des nodules de calcaire bleuâtre de forme ovoïdale, criblés de posidonies. Dans le village même paraît le grès médioliasique avec ses fossiles caractéristiques (*Plicatula spinosa*, *Avicula inaequalis*). On peut facilement reconnaître dans la suite de ces diverses assises, la composition constante de l'escarpement jurassique dans la Moselle. A partir de Kanfen jusqu'à Hettange, la route ondule dans la plaine, où elle coupe plusieurs contre-forts qui ne s'élèvent pas à plus de 240 mètres au-dessus du niveau de la mer. Une nouvelle série de marnes bleuâtres, feuilletées, renfermant de nombreux ovoïdes, constitue le sol de ces contre-forts. Dans la partie inférieure des marnes, les ovoïdes deviennent ferrugineux et se délitent par couches concentriques, offrant toutes les nuances du brun et du jaune; on les observe surtout à la sortie du bois d'Entrange, et on les suit jusqu'au bas de la côte. Là commence le calcaire à bélemnites qui présente deux variétés bien distinctes de roches: l'une grisâtre, à cassure lisse, dendritique, toute criblée des fossiles qui sont propres à cet étage; l'autre moins fossilifère, bleuâtre, renfermant quelques petites oolithes brunes et devenant extraordinairement fétide par la percussion. Les assises de ce calcaire paraissent sur le revers occidental d'un petit mamelon que la route coupe avant d'arriver à Hettange. Par suite de la disposition des couches qui ont une légère inclinaison vers l'ouest, le versant opposé montre les marnes qui sont subordonnées au calcaire à bélemnites et qui sont remarquables par les grands cristaux de gypse qu'elles renferment; on arrive, en suivant ces marnes, jusqu'à moins de 500 mètres des premières maisons d'Hettange. C'est alors que l'on aperçoit, dans le fossé de la route, trois couches peu épaisses de calcaire d'un gris bleuâtre, séparées par des intervalles marnes. Ces couches sont pétries de pentaerinites et de gryphées arquées; l'une d'elles renferme en même temps une bélemnite (*Belemnites acutus*). Elles reposent sur des grès ferrugineux analogues à ceux qui terminent l'escarpement des carrières d'Hettange, et qui ne diffèrent point du reste de celui sur lequel s'élève l'église de ce village que l'on ne tarde pas à atteindre. Toutes ces assises sont très régulièrement stratifiées, et elles plongent vers l'escarpement oolithique avec une inclinaison de quelques degrés. La coupe figurée Pl. XXXV contient le résumé de mes observations.

Quand on a parcouru cette route d'Ottange à Hettange, il est

impossible de ne pas être frappé de l'uniformité que présente, dans toute la Lorraine, la structure géologique du plateau jurassique et de la plaine étendue à ses pieds. Cette uniformité est telle que la coupe, qui résume les observations dont je viens de rendre compte, pourrait tout aussi bien s'appliquer, avec de légères variantes dans le facies des roches, aux environs de Metz et même à ceux de Nancy. Seul, le grès d'Hettange échappe à cette règle, tant par les fossiles qui lui sont propres, que par son facies particulier qui ne rappelle rien de ce que l'on peut voir dans toute la partie de la Lorraine située au sud de cette localité. On est habitué à y voir le calcaire à gryphées, dont l'épaisseur totale ne peut être estimée à moins de 50 ou 60 mètres, former de vastes plateaux légèrement inclinés vers l'ouest, qui se prolongent généralement à d'assez grandes distances dans le sens de l'inclinaison des couches. Il y a 12 kilomètres entre le sommet de la côte des Étangs où le calcaire à gryphées commence à se montrer sous le parallèle de Metz, et la localité où, près de cette ville, il disparaît sous les marnes du calcaire à bélemnites, et l'on pourrait citer tel point de la Lorraine où il est encore plus développé. A Hettange, au contraire, aussi bien qu'à Breistroff, on n'en voit qu'une épaisseur insignifiante, et à peine a-t-on quitté les marnes du calcaire à bélemnites que l'on tombe sur un grès qui n'a, je le répète, rien d'analogue dans les terrains situés au sud de ces localités. Il faut même remarquer que les assises peu épaisses qui séparent ces deux terrains, n'occupent point une place indéterminée dans la série de celles qui constituent le calcaire à gryphées arquées. Ce sont les parties les plus élevées de cette formation, et cela est surtout évident sur la route d'Hettange à Kanfen, où la présence d'une bélemnite assigne à ces assises leur véritable niveau. On sait que ce genre n'a commencé à se développer dans la mer liasique qu'après le dépôt du calcaire à gryphées arquées; aussi ne l'y rencontre-t-on pas généralement. Une espèce (1) seulement est propre aux bancs suprêmes de la formation. Partout où cette bélemnite se rencontre avec la gryphée arquée, elle forme donc un point de repère excellent, un véritable *horizon* dans l'acception la plus complète du mot. Cet horizon que j'ai suivi au travers de tout le département de la Moselle, et qui m'a toujours fourni des indications

(1) Elle se rencontre également dans le calcaire argileux de Strassen, qui recouvre, à l'ouest de Luxembourg, les parties les plus élevées du dépôt gréseux; c'est une analogie qu'il ne faut point perdre de vue. (Dewalque et Chapuis, *Bulletin*, séance du 6 février 1856.)

exactes, me paraît de nature à faire assigner au grès d'Hettange sa véritable place dans la série liasique. De ce qu'il repose directement au-dessous de la partie tout à fait supérieure du calcaire à gryphées, on peut en conclure, d'après la loi de superposition, qu'il appartient à ce terrain et même qu'il correspond à des assises assez élevées dans l'échelle de la formation. Ainsi se trouve établi, par une autre voie, ce fait déjà signalé par les observateurs qui ont étudié le grand dépôt gréseux, connu sous le nom de grès de Luxembourg, à savoir que les assises fossilifères qui paraissent dans les carrières d'Hettange, représentent les couches le plus élevées de ce dépôt.

Les géologues qui persistent à considérer ces assises comme infra-liasiques, les assimilant aux grès de Kédange et des Étangs (Moselle), de Vic et de Saint-Médard (Meurthe), ont fait à cette manière de voir plusieurs objections. La principale consiste à dire que, si l'on n'aperçoit qu'une très mince épaisseur de calcaire à gryphées au-dessus du grès d'Hettange, cela tient à ce que, ce dernier ayant été soulevé avant le dépôt du calcaire, les rochers de grès ont formé une espèce de promontoire au sein de la mer liasique. Cette explication est malheureusement en contradiction manifeste avec toutes les observations que l'on peut faire aux environs d'Hettange ; on n'y voit nulle part le calcaire à gryphées former une ceinture autour du massif gréseux, comme cela aurait dû avoir lieu dans l'hypothèse admise. Des assises correspondantes de ce calcaire se trouvent au contraire placées à des niveaux différents, les unes au-dessus du grès, les autres à ses pieds, tout le long d'une ligne qui, commençant à Hettange, se dirige sur Dalheim (grand-duché de Luxembourg), en passant par Basse-Porte, Breistroff, Rodemack et Puttelange. Il y a là une faille des plus évidentes, qui est aussi nettement accusée dans le relief du sol que dans la disposition des assises ; elle a rejeté de 30 à 40 mètres dans la profondeur les terrains situés à l'est de la ligne signalée, et c'est pourquoi l'on voit à chaque instant, quand on la suit, le calcaire à bélemnites, et même les marnes à ovoïdes qui lui sont superposées, venir butter contre les affleurements produits par le grès d'Hettange. Il en résulte que, dans le département de la Moselle, les assises sur lesquelles ce grès repose ne peuvent être observées directement ; le seul moyen de les mettre à jour serait de creuser un puits dans le massif gréseux. Mais ce moyen n'est pas de ceux dont les géologues puissent disposer, et il faut bien reconnaître qu'il n'ajouterait rien aux observations de superposition si précises que j'ai relatées. Ces observations assignent au grès

d'Hettange son véritable niveau; elles le placent dans le calcaire à gryphées arquées, et en font même l'équivalent des assises les plus élevées de cette formation. Elles établissent ainsi une concordance parfaite entre la place que les géologues (1) belges et

(1) On sait que ces géologues ont constaté que le grès de Luxembourg était compris entre deux assises de calcaire à gryphées. Dans une excursion que j'ai faite récemment d'Asclerc à l'Ardenne belge par la route de Liège, avec M. Daubrée, ingénieur en chef des mines et doyen de la Faculté des sciences de Strasbourg, j'ai eu l'occasion de reconnaître combien cette manière de voir était exacte. Non-seulement nous avons très bien vu les deux assises de calcaire à gryphées arquées comprenant entre elles le grès de Luxembourg, mais nous avons encore constaté la présence, au-dessous de l'assise inférieure, des marnes rouges qui ont été signalées pour la première fois par M. Levallois comme formant en Lorraine un horizon d'une constance remarquable à ce niveau. Ces marnes, qui recouvrent un grès de tous points semblable à celui des Étangs et de Kédange, n'ont point encore été signalées, à notre connaissance, dans le Luxembourg; elles ont pu échapper aux observateurs qui ont parcouru cette contrée; elles paraissent, cependant, avec évidence, sur une hauteur de plusieurs mètres, dans le fossé d'un bois, à la descente de Bellevue sur Attert. Au-dessous du grès infraliasique, le keuper se montre, avec les caractères qu'il possède en Lorraine, jusqu'au grès qui en occupe la partie moyenne, assise à partir de laquelle on ne rencontre plus que des poudingues à ciment dolomitique contenant des galets de grauwacke et de quartz. Ces bancs inférieurs au grès keupérien, et dont la stratification n'est pas bien distincte, peuvent représenter indifféremment la partie la plus ancienne des marnes irisées, le muschelkalk, et même le grès bigarré; ils se prolongent jusqu'aux pieds de l'Ardenne, et reposent à stratification discordante sur les schistes de transition. Toutes ces assises s'appuient sur les flancs de l'Ardenne, avec une inclinaison peu considérable vers le sud, et leurs affleurements produisent, dans le relief du sol, des accidents de même ordre que ceux que l'on observe dans la plaine étendue aux pieds des Vosges. Ainsi, les affleurements du grès de Luxembourg forment, à la surface du keuper, une saillie très prononcée que l'on peut suivre à droite et à gauche de la route jusqu'à perte de vue, comme cela arrive partout en Lorraine, pour les affleurements du calcaire à gryphées arquées. Nous donnons (Pl. XXXIV), à titre de supplément de preuves, la coupe prise sur la route d'Arlon à Liège, entre Bellevue et l'Ardenne, en ajoutant ici une légende détaillée des couches comprises dans cette coupe.

a. Calcaire à gryphées arquées, bleuâtre, en couches de 30 à 40 centimètres de puissance, séparées par des intervalles marneux, contenant beaucoup de gryphées arquées et de tiges de pentacrinites, ainsi que la *Lima gigantea*. Il a été exploité dans un arrachement à

luxembourgeois ont depuis longtemps donnée au grès de Luxembourg, dans la série liasique, et celle que le grès d'Hettange, qui n'est qu'une portion de ce grand dépôt, occupe sur le sol français.

On voit maintenant d'où procède l'erreur des observateurs qui ont abaissé le niveau du grès d'Hettange au-dessous de son niveau réel. C'est pour avoir pris quelques assises de calcaire à gryphées pour la formation entière, la *partie* pour le *tout*, que ces observateurs ont été conduits à formuler une conclusion qui est, suivant nous, beaucoup trop absolue. Je ne rechercherai point s'ils ont pu y être autorisés par la paléontologie, me contentant de faire remarquer, à cet égard, que le grès de Luxembourg renferme in-

droite de la route; son épaisseur totale est peu considérable, elle ne dépasse pas 4 ou 5 mètres.

b. Grès de Luxembourg sur une puissance de 40 ou 50 mètres, formant une saillie très prononcée au-dessus des terrains inférieurs. Les bancs supérieurs sont calcaireux et fossilifères; les inférieurs, presque désagrégés et très épais, sont traversés par quelques veinules ferrugineuses.

c. Marnes brunes renfermant des concrétions calcaires grisâtres et quelques assises de calcaire sableux, pyritifères, d'un gris bleuâtre avec *Ostrea arcuata* et *Lima gigantea*.

d. Marnes rouges sur une épaisseur de 4 à 5 mètres.

e. Grès infraliasique composé d'alternances de grès ferrugineux, micacé, renfermant quelques empreintes de bivalves, et de poudingues à petites parties, contenant des galets de quartz noir et blanc. On observe, entre les bancs de grès, de minces assises de marnes feuilletées, comme cela a lieu partout en Lorraine.

f. Étage supérieur du keuper très peu développé, mais suffisamment caractérisé par ses dolomies rognonneuses, grenues et celluluses par places, qui paraissent immédiatement au-dessous du grès infraliasique, et, vers le bas, par quelques assises de marnes fortement irisées.

g. Dolomie moyenne du keuper, grisâtre, formant des couches assez régulières, à surface lisse.

h. Marnes irisées inférieures et grès keupérien, à grains très fins, légèrement micacé, d'un gris verdâtre taché de rouge.

i. Poudingues à ciment dolomitique, bigarré de gris, de vert et de rose, et composés de galets de grauwacke, de quartz et de quartzite, irrégulièrement stratifiés. On a exploité dans ces couches, au-dessus d'Attert, de la dolomie, où les galets étaient très rares, pour en faire de la chaux. Elles se prolongent jusqu'aux pieds de l'Ardenne et deviennent, vers le bas, beaucoup plus gréseuses que dans la partie supérieure.

k. Schiste de transition.

contestablement des gryphées arquées, comme le relate le compte rendu de la réunion extraordinaire de 1852. Je ferai seulement remarquer qu'on ne peut arriver à voir dans les grès d'Hettange le grès infraliasique, l'équivalent de ceux de Kédange, des Étangs et de Vic, qu'en supprimant d'un trait de plume, non-seulement la presque totalité du calcaire à gryphées arquées, mais encore les marnes rouges qui forment un horizon d'une constance remarquable au-dessous de ce calcaire, et que l'on peut suivre sur près de quatre-vingts lieues de développement, tant dans la Moselle que dans la Meurthe. Or, si l'on considère que les terrains secondaires qui se sont déposés dans l'espace de golfe compris entre l'Ardenne et le Hunsrück y ont acquis un développement exceptionnel, on voit que c'est après tout une centaine de mètres de terrain qui se trouvent être éliminés de fait par la conclusion que je me suis attaché à combattre.

Au résumé, les géologues qui placent les grès d'Hettange et de Luxembourg dans l'*infralias*, c'est-à-dire au-dessous de toute la série du calcaire à gryphées arquées, persistent à ne voir dans ce grès rien d'anormal. Ce point est un de ceux que les observateurs qui ont étudié les terrains déposés sur le versant occidental des Vosges ne concéderont jamais. Pour ces derniers, les grès dont il s'agit n'ont point d'analogues dans ces terrains; ils se distinguent à la fois par leur faune, leur pétrographie et leur facies caractéristique, du grès infraliasique auquel on a voulu les assimiler.

En terminant cette note, je ne puis m'empêcher de faire remarquer que, lorsque ces géologues soutiennent le synchronisme du grès d'Hettange et de Luxembourg, dépôt exclusivement grenu, et du calcaire à gryphées arquées, dépôt qui est calcaire et marneux en Lorraine, ils ne font que citer un cas particulier d'un fait beaucoup plus général, à savoir l'ensablement du golfe luxembourgeois pendant la plus grande partie de la période liasique. En effet, le lias déposé sur le versant occidental de la chaîne vosgienne est principalement composé de marnes et de calcaires; deux minces assises gréseuses s'y trouvent seulement intercalées à la base et vers le sommet de la formation; le grès médioliasique, qui en occupe la partie moyenne, y est plus souvent à l'état de marnes un peu sableuses que sous forme de grès. Que si l'on vient à suivre ce terrain dans le golfe luxembourgeois, il est impossible de ne pas être frappé de la prédominance du grès, à tous les degrés de l'échelle; c'est à peine si on retrouve vers le haut quelques marnes, équivalent du *Posidonien schiefer*. Il ne faut évidemment pas plus d'effort d'imagination

pour concevoir comment le calcaire à bélemnites devient, en s'avancant vers l'ouest, le grès de Virton, que pour admettre le synchronisme du calcaire à gryphées et du grès de Luxembourg. Ce synchronisme n'est donc, comme nous l'avons annoncé, qu'un cas particulier d'un fait extrêmement général, et c'est ce que les géologues dont nous combattons la manière de voir ont trop oublié dans la discussion à laquelle a donné lieu la détermination de la place du grès d'Hettange.

M. Renevier fait observer que la variation dans l'épaisseur des couches est un fait si ordinaire qu'on ne saurait le prendre pour base d'aucune théorie.

M. Jacquot répond que le relief du sous-sol explique cette variation dans la plupart des cas, mais qu'ici elle tient à des causes plus générales et dépend des conditions mêmes dans lesquelles se sont effectués les dépôts.

M. Soeman fait ressortir les caractères de la faune du grès de Luxembourg et ses analogies avec la faune infraliasique de M. Quenstedt.

M. Hébert rappelle qu'il a expliqué par des failles, de la manière la plus satisfaisante, de nombreux faits de fausse superposition observés par la Société dans la région qu'elle a parcourue en 1852. Il ajoute que la Gryphée arquée ne suffit pas pour caractériser l'horizon du lias et qu'il faut juger d'après l'ensemble de la faune; du reste, il ne connaît pas encore la couche de Jamoigne.

M. Em. Dumas dit qu'il règne dans le Midi de la France une grande obscurité sur la détermination authentique de l'*Ostrea arcuata*, et qu'il convient, dans l'état actuel des connaissances paléontologiques, d'apporter une grande réserve dans la spécification des Gryphées en général.

M. A. Dumont répond que les Gryphées arquées de Jamoigne sont bien authentiques, que des couches contenant l'*Ostrea arcuata* en abondance ne sauraient être appelées autrement que calcaire à Gryphées arquées, qu'elles seraient sans contestation rangées dans le vrai lias si, les grès intermédiaires disparaissant, elles se trouvaient réunies dans une même coupe verticale aux marnes de Strassen; qu'enfin un grès superposé au calcaire à Gryphées arquées ne saurait appartenir à l'infralias.

M. A. Dumont explique les deux horizons paléontologiques de Jamoigne par une différence de faune correspondant à une variation dans la nature des dépôts; il est certain que les observations stratigraphiques et l'étude des fossiles de Jamoigne renferment la clef du problème.

Séance du 4 septembre 1855.

PRÉSIDENCE DE M. A. DUMONT.

M. P. de Rouville, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. Hébert rappelle que la journée a été consacrée à l'étude successive du *diluvium* à Charonne, des assises inférieures du grès de Fontainebleau à Romainville, du calcaire de Brie et du gypse à la butte Chaumont, des marnes vertes et des marnes à huîtres à Montmartre, et enfin des marnes inférieures au gypse, du calcaire de Saint-Ouen, et du grès de Beauchamp aux Docks Napoléon près la gare du chemin de fer de Rouen.

La parole est donnée, au sujet de la première partie de la course, à M. Ch. d'Orbigny, qui lit la communication suivante :

Note sur le diluvium de Charonne, par M. Ch. d'Orbigny.

La sablonnière dans laquelle j'ai eu l'honneur de conduire la Société est située à gauche de la grande route qui mène de Paris à Vincennes, près et en dedans des fortifications. Cette sablonnière présente une couche nouvelle pour la science, et qui me semble fort intéressante en ce qu'on y voit parfaitement superposées plusieurs assises différentes, que je n'hésite pas à rapporter à des époques distinctes.

On pourra en juger par la coupe suivante prise de haut en bas :

1° Terre végétale mélangée de lœss. 0,60

Le lœss est ici imparfaitement caractérisé; mais aux environs de Gentilly et de Bicêtre, il recouvre d'une manière évidente le diluvium rougeâtre (n° 2 de cette coupe). Ce lœss contient toujours des rognons géodiques et tuberculeux de marnolithe

A reporter. 0,60

Report. 0,60

sableuse, qui paraissent être le résultat d'infiltrations postérieures à la formation de ce dépôt. Il présente aussi fréquemment des ramifications blanches, composées de calcaire niviforme qui se dissout rapidement dans l'acide. Enfin, comme on le sait, ce dépôt limoneux diluvien renferme quelquefois de nombreuses coquilles fluviatiles et terrestres, telles que *Paludina*, *Pupa marginata*, *Cyclostoma elegans*, *Succinea oblonga*, *Helix concinna*, etc.

2. Diluvium rougeâtre, toujours plus ou moins ferrugineux et bigarré (*diluvium des plaines*) 2,00

Ce dépôt meuble, que l'on trouve toujours à un niveau supérieur au *diluvium erratique des vallées* (n° 4 de cette coupe), est composé de sables, de graviers, de galets (souvent recouverts de manganèse), et de blocs erratiques représentant tous les éléments solides des terrains parisiens; mais l'on n'y trouve presque jamais de débris de roches feldspathiques (granite, syénite, porphyre, etc.). Il est à remarquer aussi que les divers éléments composants de ce dépôt sont généralement à l'état de débris anguleux ou faiblement arrondis, ce qui est l'inverse pour le diluvium erratique des vallées, qui porte les traces évidentes d'un transport cataclysmique infiniment plus violent et plus prolongé.

3. Marne schisteuse d'un gris brunâtre. Ce lit, très ondulé, intercalé entre le diluvium rougeâtre et l'assise suivante, ne se voit que dans une partie de la sablonnière, sur une étendue d'environ 40 mètres 0,10

4. Plusieurs couches stratifiées de sable quartzeux blanchâtre, plus ou moins fin, calcaire et argileux, contenant, comme le lœss, des rognons disséminés et géodiques de marnolithe. Dans plusieurs de ces couches au milieu desquelles est un lit irrégulier de sables et graviers à grains granitiques, on trouve : 1° une multitude de coquilles fluviatiles et terrestres d'une conservation parfaite, et dont plusieurs espèces sont caractéristiques de ce dépôt (*Lymnea*, *Planorbis*, *Paludina*, *Bulimus*, *Pupa*, *Clausilia*, *Helix*, *Cyclas*, etc.); 2° des ossements de reptiles et de mammifères 4,40

Cette assise lacustre qui, dans d'autres localités, atteint jusqu'à 6 mètres de puissance, correspond à celle dans laquelle M. Duval a trouvé à Gontilly et à Bicêtre, réunis aux mêmes coquilles, de nombreux débris de reptiles (*Grenouilles*, *Serpents*, *Lézards*), d'oiseaux et de mammifères (*Tigre ou Lion*, *Campagnol*, *Castor*, *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorinus*, *Sanglier*, *Cochon*, *Cheval*, *Bœuf*, *Chevrotain*, etc.).

A reporter. 4,10

Report. 4,10

5. *Diluvium erratique des vallées*, ou dépôt meuble composé de sables, de graviers, de cailloux roulés et de blocs erratiques, représentant tous les éléments solides des terrains parisiens. Ces roches sont mélangées à des débris de granite, de pegmatite, de syénite, de porphyre, etc., provenant du Morvan, comme aussi à des débris roulés de coquilles marines (*Cerithium*, *Fusus*, *Pectunculus*, *Venus*, etc.). 2 à 3,00

Dans d'autres sablonnières, ce diluvium erratique contient en outre des débris de mammifères, tels que dents et défenses d'*Elephas primigenius*, côtes de *Lamantin*, dents de *Bos elatus*, de *Cheval*, etc.

6. Travertin inférieur (calcaire de Saint-Ouen) sur lequel repose le diluvium.

Puissance totale des couches. 7,10

D'après ce qui précède, on voit que les terrains diluviens des environs de Paris se composent de quatre dépôts de nature et d'âge différents, savoir, en allant de haut en bas :

1° Le loess ;

2° Le diluvium rougeâtre à débris généralement anguleux, et ne contenant point de grains feldspathiques ;

3° Les sables lacustres à nombreuses coquilles fluviatiles, terrestres, et ossements de reptiles, d'oiseaux, de mammifères ;

4° Le diluvium proprement dit, à galets et blocs erratiques de roches granitoïdes.

Les sables lacustres n'avaient été cités jusqu'ici qu'aux environs de Bicêtre et de Gentilly. La sablonnière de Charonne prouve qu'ils existent aussi de l'autre côté de la Seine. D'ailleurs, je les ai constatés en outre aux environs de Vincennes, ainsi qu'à Paris même, dans les anciennes tranchées faites rue Popincourt et rue des Trois-Frères, près l'hôpital de Picpus.

De ces faits je conclus qu'entre les dépôts du diluvium erratique et du diluvium rougeâtre, il y a eu plusieurs périodes de tranquillité assez longues, pendant lesquelles les environs de Paris présentaient divers lacs ou vastes étangs dans lesquels ont vécu des myriades de coquilles fluviatiles. Ces coquilles ont été successivement enveloppées et recouvertes par des sédiments, qui ont dû être déposés lentement et sans grande agitation ; ce qui explique l'état de parfaite conservation dans lequel se trouvent la plupart de ces coquilles, malgré leur extrême fragilité.

M. Hébert a observé la même série d'assises à Amiens et à Abbeville; il fait remarquer que le mode de formation, la continuité et la contemporanéité des couches géologiques sont d'autant plus difficiles à saisir et à suivre que ces couches sont plus récentes.

M. Dumont cite, comme présentant l'exemple d'une superposition analogue de dépôts diluviens distincts, le limon hesbayen et les cailloux ardennais.

M. de Billy rappelle le *lehm* du Rhin et les assises caillouteuses qu'il recouvre. Il regrette l'emploi de la dénomination de *diluvium rougeâtre*, qui prête à la confusion; il existe un grand nombre de couches superficielles rouges dans tous les pays; un même nom donné à toutes entraîne infailliblement l'idée d'une même époque et d'une même origine, tandis qu'elles peuvent être de tous les âges et résulter de phénomènes bien divers. On ne voit en effet que trop souvent, en géologie, une vicieuse terminologie compromettre les observations les mieux faites.

M. Leymerie fait observer qu'il est probable que la couche supérieure de limon rouge à silex est due à un remaniement et à un transport d'un dépôt diluvien ou tertiaire, qui occupe une position très supérieure (physiquement) au diluvium de Paris, et qui doit être plus ancien que ce diluvium. Ce dépôt jouerait-il dans le bassin parisien le rôle du terrain de transport pliocène, qui couvre le sommet de nos plus hautes collines de Gascogne, comme à Pujaudran dans ma coupe (Pl. XXXV)? M. d'Orbigny, en assimilant ce lambeau remanié au terrain élevé dont il vient d'être question, lui a attribué probablement l'âge que M. Lartet, dans mon opinion, avait fixé pour le dépôt natif des hauteurs.

Pour bien faire comprendre l'état de la question, ajoute M. Leymerie, je suis obligé de reprendre la question du diluvium des vallées d'une manière classique, et je ne puis mieux faire que de choisir pour exemple la vallée de la Garonne; car le phénomène des terrasses est très peu marqué dans la vallée de la Seine.

M. Leymerie fait la communication suivante :

Du phénomène diluvien dans la vallée de la Garonne, par M. A. Leymerie, professeur à la Faculté des sciences de Toulouse.

La vallée de la Garonne, la plus importante et la plus centrale de toutes les vallées qui prennent naissance dans les Pyrénées, offre un exemple des plus remarquables et tout à fait classique du fait des terrasses diluviennes. Au moment même où cette vallée sort des montagnes pour entrer dans le bassin sous-pyrénéen, elle manifeste le nouvel ordre de choses par le bel élargissement qui constitue la plaine de Valentine ; mais le phénomène des terrasses ne commence à se dessiner clairement qu'à Saint-Gaudens, sous la forme d'un plateau d'une horizontalité presque parfaite qui s'étend à partir du côté gauche de la vallée proprement dite jusqu'à la base des coteaux tertiaires (1). Plus loin, à Beauchalot, ce plateau se trouve interrompu sur la rive gauche pour se porter momentanément à droite, et ne reprend d'une manière marquée, du côté gauche, qu'après Martres. A partir de ce point, il s'établit dans la vallée, et toujours à la gauche du fleuve, trois niveaux en forme de plaines qui se continuent jusqu'au confluent du Tarn. L'un, le plus inférieur, est celui de la vallée proprement dite ; le plus élevé correspond au plateau de Saint-Gaudens.

Dans le pays toulousain, ces trois niveaux sont très marqués, et en général le phénomène diluvien s'y montre dans toute sa splendeur. La ville de Toulouse, située sur la rive droite de la Garonne, repose elle-même sur une légère éminence du terrain diluvien, qui n'est sans doute qu'un témoin d'une ancienne bordure qui dépendait de notre niveau intermédiaire ; toutefois les terrasses ne se manifestent pas de ce côté, où l'on ne trouve que des escarpements tertiaires (Pech David, Guillemery) ; tout leur développement a lieu du côté gauche, où elles s'étendent au loin jusqu'à plus de six lieues.

La coupe figurée Pl. XXXIV, transversale à la Garonne et passant par Toulouse, montre clairement la forme et la disposition du diluvium toulousain, et la largeur et l'altitude relatives des trois niveaux. Nous croyons néanmoins devoir condenser ici, en un petit tableau, les chiffres qui s'y rapportent :

(1) Ce bas plateau a été colorié comme tertiaire (pliocène) sur la carte géologique de France.

	Largeur en kilomètres.	Altitude en mètres.	Différence en mètres.
Vallée proprement dite, à la Patte- d'Oie de Saint-Cyprien.	4	139	} 43
Plateau de Saint-Martin ou de Saint- Simon (terrasse inférieure).	6	152	
Plateau de Colomiers correspondant à celui de Saint-Gaudens (haute terrasse.	44	180	} 28
Largeur de toute la vallée.	24	»	

Les deux plateaux offrent d'ailleurs une surface presque absolument plane comme la vallée proprement dite, et contrastent par cette forme diluvienne avec la disposition mamelonnée des collines de Gascogne qui se développent à l'ouest de Pujaudran, ou de celles du Languedoc qui s'étendent à l'est de Toulouse (1).

Ces plateaux sont essentiellement constitués par une couche de graviers et de cailloux roulés, en général pugilaires et même céphalaires, accompagnés d'un dépôt terreux et sableux qui s'y mêle ou qui les recouvre en proportions variables. La puissance de ces dépôts supérieurs est ordinairement de 3 à 5 mètres; ils recouvrent le terrain tertiaire marno-sableux qui se montre fréquemment dans le fond des vallées. Les cailloux sont, en général, de forme imparfaitement ovalaire. Leur volume est assez considérable: il atteint souvent celui d'une tête humaine. Ce sont principalement des quartzites de couleur brune ou noirâtre à la surface, mais gris verdâtres ou rougeâtres à l'intérieur, des parties dures de grès noirs anciens (grauwackes) et de grès rouge, du *granite toujours en état de décomposition*. Le quartz se montre aussi, mais moins fréquemment que les roches précédentes.

Le gravier se compose de fragments arrondis ou aplatis, de même nature que les cailloux précédents, mais d'un faible volume qui descend jusqu'à la grosseur d'un grain de sable. Il s'y mêle quelques débris de roches schistenses.

La terre meuble qui accompagne ces éléments grossiers consiste en un mélange argilo-sableux presque entièrement dépourvu de calcaire, dans lequel on distingue de menus détritons des roches déjà citées avec des lamelles de mica disséminées. L'oxyde de fer, qui entre toujours dans sa composition, lui communique une

(1) Le plateau supérieur qui correspond à celui de Saint-Gaudens se trouve confondu, dans la carte géologique de France, avec le terrain tertiaire miocène.

couleur jaunâtre ou rougeâtre un peu sombre, caractère qui, joint à la grossièreté et à l'aspect uniforme de ce limon, permet de le distinguer à première vue des roches plus loties, mieux stratifiées, plus variées et plus claires du terrain tertiaire sous-jacent.

Dans la vallée proprement dite, on retrouve encore les cailloux des terrasses associés à d'autres espèces qui se montrent plus rarement à un niveau plus élevé (ophite, porphyre, eurite). Le granite et ses variétés (pegmatite, leptynite) s'y trouve très fréquemment et *presque toujours intact*. Le limon de la basse plaine est plus brun, plus mélangé, plus riche en calcaire (4).

Les petites vallées tributaires de la vallée principale, à laquelle se rapportent directement les terrasses, offrent en général, dans le pays toulousain, un fond de terre franche très profonde, mélange heureux d'argile, de sable fin et de calcaire, tout à fait comparable au lehm d'Alsace. Les cailloux y manquent ou ne s'y trouvent que rarement et d'une manière accidentelle (vallées du Lhers, du Girou, du Touch, etc.). Ces vallées paraissent être des sillons creusés secondairement, en partie dans le dépôt diluvien, et leurs alluvions, essentiellement terreuses, ont été formées très probablement aux dépens du terrain tertiaire et du diluvium lui-même, et doivent être considérées comme ayant été amenées et déposées après coup, pour ainsi dire, à la place qu'elles occupent maintenant.

A la base même des Pyrénées (Tarbes, Pau, Saint-Gaudens), le terrain tertiaire est presque uniquement composé de limon rouge et de nombreux cailloux, constitués principalement par du quartz; mais dès que l'on s'éloigne un peu de cette chaîne, ce terrain n'offre plus ces matériaux de transport grossiers, et se distingue nettement du dépôt diluvien. Nous devons dire toutefois que, sur les plus hautes sommités des collines de ce genre, on trouve habituellement des amas de gravier, et même de petits cailloux presque uniquement quartzeux, accompagnés d'un limon rougeâtre que nous considérons, avec M. Dufrénoy, comme appartenant à une partie comparativement récente de la période tertiaire. Notre figure C, Pl. XXXIV, offre un exemple de cette sorte de dépôt à Pujaudran, qui est sur le point culminant de toute la contrée que la coupe traverse.

(4) On a trouvé en divers points, sur les bords de cette vallée, des dents d'Éléphants et de *Rhinoceros tichorinus*; mais je ne sache pas qu'on ait encore rencontré ces fossiles dans les terrasses.

Il serait possible que la nappe d'eau qui a déposé ce dernier terrain à la surface du plateau tertiaire correspondît à l'époque où le grand lac sous-pyrénéen fut mis à sec. Si l'on admet que l'écoulement ait eu lieu vers le nord, c'est-à-dire dans le sens de la pente actuelle du plateau, les eaux qui baignaient la base des Pyrénées auraient pu transporter de ce côté, jusque dans le pays toulousain, une partie des cailloux quartzeux et des limons qui constituent presque uniquement le terrain tertiaire dans le voisinage de cette chaîne. Ces eaux, étalées à la surface du plateau tertiaire, n'avaient pas sans doute une force d'érosion suffisante pour creuser des vallées; mais on pourrait peut-être leur attribuer les molles ondulations qu'offre actuellement la surface de ce plateau, notamment dans le pays de Gascogne.

Si la forme de nappe convenait aux eaux, que nous venons de supposer, pour expliquer le dépôt de nos derniers dépôts tertiaires, elle ne peut plus être employée lorsqu'il s'agit du terrain diluvien. Ici ce sont des cours d'eau puissants et torrentiels qu'il nous faut pour rendre raison du creusement de sillons larges et profonds au sein même du dépôt tertiaire, et du comblement de ces sillons dans une direction unique, par des matériaux dont le volume exigeait une force de transport considérable. Quant à l'origine de ces eaux dont notre fleuve actuel n'est qu'un mince résidu, toutes les circonstances indiquent qu'elle se trouvait vers la crête de nos montagnes. Or, il n'est qu'une manière de concevoir, dans cette position, un réservoir capable de satisfaire à toutes les conditions qui viennent d'être indiquées: c'est de supposer qu'immédiatement avant l'époque diluvienne, les Pyrénées étaient en grande partie couvertes d'une masse énorme de glace ou de neige, qui se soumise postérieurement à certaines causes très intenses et intermittentes de fusion; cette supposition s'accorde d'ailleurs très bien avec la théorie glaciaire, qui est adoptée maintenant par la plupart des géologues.

Pour se rendre raison de l'origine et de la formation des terrasses, il faut se rappeler d'abord que le phénomène diluvien ne s'est pas produit instantanément; mais qu'il s'est manifesté par des périodes alternatives de violence et de calme relatif, deux choses qui se trouvent suffisamment prouvées par les effets alternés d'érosion et de comblement offerts par toutes les grandes vallées. Cela posé, si nous admettons trois phases principales dans le développement de la Garonne, nous aurons tout ce qui est nécessaire pour la théorie de nos terrasses.

Dans la première phase, l'érosion aurait creusé d'abord l'actuel

plateau tertiaire supposé continu, et l'aurait ensuite comblé jusqu'à la profondeur indiquée par l'altitude de notre terrasse diluvienne supérieure, ainsi que le représente la coupe A, Pl. XXXIV. La vallée, à cette époque, aurait eu pour largeur toute la distance qui sépare la limite occidentale de cette haute terrasse, des escarpements de Guillemery et de Pech-David, c'est-à-dire six lieues environ. Un peu plus tard, une recrudescence dans le volume et dans la vitesse de ces eaux aurait déterminé un nouveau creusement dans le dépôt précédent, qui aurait donné naissance à un fond de vallée moins large, et compris entre les collines que je viens de citer, et la limite du premier plateau (voyez la coupe B). Enfin, la vallée actuelle serait le résultat de l'action d'érosion d'abord, et plus tard de comblement, exercée au sein même du dépôt précédent (coupe C).

Il est bien remarquable que ces creusements successifs se soient tous effectués vers la partie droite de la vallée, comme si les eaux avaient obéi à une force qui les aurait poussées de ce côté. Cette tendance des eaux à se porter toujours à droite, est un fait général pour nos contrées, fait qui se manifeste d'une manière très marquée dans les vallées actuelles, et cela sur presque toute l'étendue de la région lacustre du bassin sous-pyrénéen. On ne l'a pas encore expliqué d'une manière satisfaisante.

En passant de la première phase à la seconde, et de celle-ci à la troisième, le volume des eaux diluviennes aurait été en diminuant, ce qui devait être si réellement ces nappes extraordinaires avaient pris naissance dans d'immenses masses de glace et de neige, car ces masses devaient naturellement diminuer à mesure que le phénomène s'accomplissait.

En cherchant à lier ces anciennes époques aux temps actuels, on pourrait regarder, comme une quatrième phase du grand phénomène que nous venons d'esquisser, la Garonne elle-même et ses alluvions, mince et impuissant filet, dépôt insignifiant, comparés aux cours d'eau diluviens et aux matériaux immenses que ceux-ci ont transportés. Les neiges et les glaces des Pyrénées, que nous voyons de nos jours alimenter le fleuve, ne seraient elles-mêmes qu'un faible résidu des grands amas que nous avons été conduit à supposer aux époques antérieures.

A la suite de cette communication, M. Hébert revient sur les difficultés que soulève l'étude du diluvium rouge constaté le matin à Charonne; il ajoute que c'est dans un diluvium de

cette nature qu'ont été trouvés, en grand nombre, des objets de l'industrie humaine, et en particulier des silex taillés de main d'homme, dont M. Bouché de Perthes possède une si riche collection à Abbeville. La question serait de savoir s'ils sont contemporains du dépôt diluvien, ou s'ils n'y ont été introduits qu'ultérieurement.

M. Jacquot signale des silex analogues dans le département des Landes, à une certaine profondeur, et mélangés avec les minerais des sables : il les y croit entraînés par l'action des eaux.

M. Mayer confirme l'observation de M. Jacquot.

M. Triger a trouvé dans les alluvions de Chalonne-sur-Loire à trois mètres de profondeur, des scories de forges, des silex taillés et des haches romaines.

M. Leymerie a observé, avec M. Noulet, des silex taillés, mêlés à des ossements d'*Elephas primigenius* et de *Rhinoceros tichorinus*, dans les alluvions d'une rivière de l'Ariège. Il ajoute que jusqu'ici aucune preuve péremptoire n'a été encore articulée de la contemporanéité de ces silex avec la formation du dépôt qui les renferme.

M. Hébert reprend le compte rendu des observations faites dans la journée par la Société à Romainville, aux buttes Chaumont, à Montmartre et aux Docks Napoléon.

Grès de Romainville. -- « La masse inférieure du troisième dépôt de grès, dit Brongniart (1), est un grès rouge et argileux (Romainville, Sannois); et ailleurs la formation gypseuse est recouverte, vers son milieu, de sables rouges argilo-ferrugineux sans coquilles, surmontés de couches de sable agglutiné, ou même de grès renfermant un grand nombre d'empreintes de coquilles marines assez semblables à celles de Grignon. Cette disposition est surtout remarquable dans les environs de Belleville et au sud-est de Romainville. Le grès marin y forme une couche qui a plus de quatre mètres d'épaisseur. »

Substituons le nom d'Étampes à celui de Grignon, et nous n'aurons aucun trait à ajouter à la description de Brongniart; les empreintes des grès de Romainville sont, en effet, celles de

(1) *Loc. cit.*, p. 99 et 389.

coquilles que nous aurons l'occasion de recueillir libres et entières dans les sables friables d'Étréchy, de Jeurre et d'Étampes, comme les *Cerithium plicatum* et *trochleare*, la *Cytherea inrasata*, le *Buccinum Gaussardii*, etc.; elles constituent une faune tout à fait distincte de celle du calcaire grossier et spéciale au groupe des sables de Fontainebleau.

Le fond de la sablière, humide et marécageux, atteste la présence en cet endroit des marnes à *Ostrea cyathula*.

Calcaire de Brie et marnes vertes, à la butte Chaumont. — Une première carrière a présenté la coupe que Cuvier et Brongniart ont relevée et figurée dans leur description des environs de Paris (1); nous y renvoyons le lecteur, qui y trouvera l'indication exacte et les épaisseurs relatives des différentes couches de calcaire siliceux d'eau douce, de marnes vertes, de marnes jaunes feuilletées avec Cyrènes et Cérites, et enfin de marnes blanches lacustres, qui s'y succèdent.

Le calcaire de Brie, qui n'est représenté ici que par des couches de 4^m,50 d'épaisseur, atteint ailleurs jusqu'à 20 et 30 mètres de puissance.

Les couches 4 et 5 de la coupe de Brongniart, vulgairement appelées *couches à Cythérées*, et qui forment, comme on le sait, malgré leur peu d'épaisseur, un horizon constant dans les environs de Paris, avaient été réunies par Cuvier et Brongniart en 1814 à la formation gypseuse (2); elles en furent plus tard séparées par eux en 1834, et constituèrent la première assise de leur deuxième terrain marin (3) sous le numéro 6.

Elles sont encore aujourd'hui séparées du gypse par M. Hébert, qui les prend pour base du terrain tertiaire moyen et les rapporte aux sables inférieurs du Limbourg (système tongrien inférieur de M. Dumont) (4).

M. Ch. d'Orbigny a, comme MM. d'Archiac et Raulin, réuni dans son tableau les marnes à huîtres au grès de Fontainebleau.

Quoi qu'il en soit, et quelque intérêt que pût offrir à la Société

(1) *Loc. cit.*, p. 391, et pl. E, fig. 4.

(2) *Loc. cit.*, p. 39, 1814.

(3) *Loc. cit.*, p. 26, 88 et 383.

(4) Hébert et Rénevier, *Descript. des foss. du terrain nummul. supér.*, p. 62 (note) et p. 83.

la question de la ligne de démarcation à établir entre l'étage éocène et l'étage miocène, si tant est qu'on doive conserver encore de pareilles dénominations, le caractère concordant des couches des environs de Paris n'était pas de nature à lui permettre de résoudre ces difficultés dans des courses aussi rapides ; elle s'est bornée à constater la série des assises.

Une seconde carrière lui a présenté une fort belle coupe de la formation gypseuse.

Carrière de Gypse, à la butte Chaumont. — Les couches supérieures se présentent dans le même ordre que dans la coupe de Cuvier et Brongniart rappelée ci-dessus. Les marnes vertes, sans huîtres, inférieures au calcaire siliceux, atteignent ici leur plus grand développement ; elles n'ont pas moins de cinq mètres de puissance ; elles contiennent, comme partout, des rognons de sulfate de strontiane, et sont employées pour la fabrication de briques et de tuiles.

Au-dessous se retrouvent les marnes feuilletées à Cythérées.

Puis viennent les marnes blanches, sans fossiles dans les parties supérieures, et pétries de Lymnées dans la partie moyenne.

C'est au-dessous de cette couche que commence la série du Gypse proprement dit, décrite avec tant de détail et d'exactitude par A. Brongniart et G. Cuvier (1).

La parfaite horizontalité des assises de Gypse et de marnes, la netteté de leur stratification, la présence de lits réguliers de cristaux, sont autant de traits communs à toutes les gypsières du bassin de Paris, qui excluent pour elles l'idée d'un mode de formation par voie d'épigénie. M. Sterry-Hunt, minéralogiste de la commission géologique du Canada, a fait, sur les lieux mêmes, ressortir le frappant contraste qui existe entre ces dépôts réguliers et certaines formations gypseuses d'Amérique, qui sont le produit quotidien de sources agissant par l'acide sulfurique libre qu'elles contiennent, sur les calcaires au milieu desquels elles sourdent. « Les calcaires, dit-il (2), sont soulevés, brisés, et en grande partie absorbés. » Le même géologue a rappelé que M. Élie de Beaumont attribue une origine ana-

(1) *Descript. géol. des environs de Paris*, 1834, p. 394 et suiv.

(2) *Compt. rend. de l'Acad. des sc.*, 1855, 1^{er} sem., p. 4348.

logue aux gypses des marnes irisées (1); les gypses tertiaires de Paris, comme certaines dolomies jurassiques du midi de la France, ne semblent pas dus à cet ordre de phénomènes, et ne peuvent guère être considérés que comme des dépôts lents et simultanés d'eaux calcaires et de sources sulfureuses ou magnésiennes.

Montmartre. — *Marnes vertes*. — *Marnes à huîtres*. — *Grès de Fontainebleau*. — On serait tenté de répéter, à propos de la colline de Montmartre, l'exclamation douloureuse d'un botaniste qui revoyait, après une trentaine d'années, couvertes de prairies et de blés, de vastes surfaces dont la végétation spontanée lui avait offert autrefois un riche butin : L'agriculture en a fait un désert ! La civilisation, si favorable d'ordinaire aux géologues, aura fait, pour eux, de Montmartre un désert avant peu de temps. Le développement des constructions a fait abandonner l'exploitation des magnifiques carrières de Montmartre, berceau de la paléontologie moderne. C'est à peine, si vers le haut de la colline, on parvient à retrouver, sous les déblais, le groupe supérieur de couches que la butte Chaumont ne nous a pas fournies.

G. Cuvier et A. Brongniart n'ont pas relevé moins de dix-neuf couches à Montmartre, au-dessus des bancs de cythérées ; nous renvoyons à leur livre pour les détails ; les couches lacustres contemporaines du calcaire de Brie sont ici moins développées qu'à la butte Chaumont, et ne consistent qu'en quelques assises de marnes blanchâtres.

Au-dessus se trouve une petite couche de calcaire compacte que sa texture ferait confondre au premier abord avec le calcaire grossier, si son niveau et ses fossiles ne l'en distinguaient suffisamment : parmi ces derniers la Société a recueilli le *Cerithium trochleare*, la *Cytherea incrassata*, le *Cardium tenuisulcatum*, etc.

Par-dessus se développent les marnes à huîtres, sableuses dans leur partie supérieure, argileuses dans leur partie inférieure, et enfin les sables de Fontainebleau dont on évalue en ce point l'épaisseur à 30 mètres. On y retrouve des blocs de

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. II, p. 90.

grès présentant les empreintes coquillières des grès de Roumainville.

Calcaire de Saint-Ouen, grès de Beauchamp, aux docks Napoléon. — Les excavations pratiquées pour les docks Napoléon, près de la gare du chemin de fer de Rouen, présentent un nouvel exemple, remarquable entre tous, de la régularité de la stratigraphie du bassin de Paris. Les formations qui témoignent des milieux les plus différents s'y succèdent sans la moindre trace de dislocation, ni même d'interruption; c'est d'abord la partie inférieure des gypses qui paraît s'être déposée dans une eau marine, d'après les fossiles qu'elle renferme (1); puis une formation marneuse exclusivement lacustre correspondant au travertin inférieur ou calcaire de Saint-Ouen; enfin, des sables non moins exclusivement marins, les sables moyens ou de Beauchamp. Ces dépôts si distincts dans leur milieu sont reliés vers leurs extrémités par des alternances d'assises marines et lacustres, qui les soudent en quelque sorte et en font comme un tout unique malgré l'hétérogénéité des origines.

Les premières couches que l'on rencontre dans le haut des excavations sont des marnes marines mélangées de sables, au milieu desquelles se trouve comme noyée une assise de marne lacustre, de 0^m,30 d'épaisseur, renfermant des Paludines. La faune marine, composée de Natices, de Cérites, de Cardites, de Pholadomyes, etc., présente un grand nombre de formes identiques avec celles des sables de Beauchamp (*Cerithium tricarinatum*, *Natica mutabilis*, *Avicula fragilis*, etc.).

Au-dessous se trouvent 8 à 9 mètres d'alternances de marnes schisteuses ou sableuses, de calcaires marneux et d'argiles magnésiennes d'origine lacustre; vers le haut on remarque un banc pétri de Lymnées avec quelques Planorbes, et plus bas un autre banc rempli de petites Paludines dans lequel sont intercalées deux couches minces avec *Cyclostoma mumia*. Les silex ménilites abondent dans ces marnes lacustres; il s'y est trouvé des ossements d'oiseaux et de mammifères. Les silex

(1) C. Prevost et Desmarests, *Soc. philom.*, 8 avril 1809 et 28 juillet 1824, et Brongniart, *loc. cit.*, p. 403.

nectiques se recueillent dans les assises inférieures. Cet ensemble de couches représente le travertin inférieur ou calcaire d'eau douce de Saint-Ouen, le calcaire siliceux de Cuvier et Brongniart.

La formation des sables de Beauchamp s'annonce par un banc verdâtre avec empreintes d'Avicules et de Cérites reposant sur des couches de sables, d'argiles et de marnes en partie lacustres. Au-dessous viennent les sables exclusivement marins, recouverts d'un banc gréseux avec fossiles des sables moyens, tels que *Cerithium Lamarckii* et *tuberculosum*, etc.

A la suite de l'exposé présenté par le secrétaire, M. Charles d'Orbigny fait la communication suivante :

Dans l'exploration géologique faite à Romainville, aux buttes Chaumont, à Montmartre et aux docks Napoléon, la Société a étudié successivement l'ensemble des terrains compris entre la partie moyenne des sables dits de Fontainebleau, et les sables et grès dits de Beauchamp. La série des assises qui compose ces divers étages eût été complète, si la Société avait pu voir aux docks Napoléon la totalité des couches qui séparent le travertin inférieur de la troisième masse de gypse. Mais ces couches étant très rarement mises à découvert aux environs de Paris, elles sont restées jusqu'ici presque complètement inconnues.

Afin de faire disparaître cette lacune, j'ai l'honneur de présenter à la Société la coupe suivante qui représente avec détail les nombreuses couches placées entre la troisième masse de gypse et le travertin inférieur.

Coupe prise en 1848 à l'embarcadère du chemin de fer de Paris à Strasbourg, de haut en bas.

A. Gypse.

- | | |
|--|------|
| 1. <i>Troisième masse de gypse.</i> Diverses couches de gypse cristallin, compacte et saccharoïde, contenant très rarement des ossements de mammifères | 2,00 |
|--|------|

Nota. La troisième masse de gypse n'était pas visible à l'embarcadère du chemin de fer de Strasbourg ; mais, d'après plusieurs coupes que j'ai prises dans d'autres localités, cette assise forme incontestablement la partie supérieure de cette coupe.

A reporter. 2,00

Report. 2,00

- | | |
|---|------|
| 2. Marne blanchâtre et jaunâtre, avec rognons de calcaire très compacte à retraits géodiques. Dans d'autres localités, cette marne contient quelquefois des rognons de gypse niviforme ou pulvérulent | 2,00 |
| 3. Argile feuilletée brunâtre. | 0,10 |

B. Dépôts fluvi-marins inférieurs à la troisième masse de gypse.

- | | |
|---|------|
| 4. Calcaire cristallin carié et caverneux, à petits cristaux incomplètement formés. Cette roche ressemble au calcaire quartzifère carié des caillasses | 0,30 |
| 5. Argile feuilletée brunâtre, avec petits nodules de gypse cristallin | 0,20 |
| 6. Calcaire compacte blanchâtre avec <i>Cerithium</i> et <i>Paludina</i> | 0,20 |
| 7. Calcaire grossier un peu sablonneux, avec petits cristaux de gypse lenticulaire, et <i>Cerithium pétrifié en gypse cristallin</i> | 0,30 |
| 8. Marne schisteuse très sableuse d'un grès jaunâtre | 0,10 |
| 9. Marne très sableuse d'un blanc jaunâtre | 0,10 |
| 10. Quatrième masse de gypse, composée de nombreuses petites alternances de gypse, soit cristallisé confusément, soit saccharoïde, et parfois un peu manganésifère. | 1,00 |

Cette quatrième masse de gypse n'avait pas encore été citée aux environs de Paris, parce qu'elle n'est presque jamais exploitée à raison de son peu d'épaisseur et de la profondeur à laquelle elle est située.

- | | |
|---|------|
| 11. Marne jaunâtre, un peu sableuse | 0,10 |
| 12. Argile feuilletée brunâtre, semblable au n° 3 | 0,10 |
| 13. Marne blanche pulvérulente | 0,10 |
| 14. Marne blanchâtre et jaunâtre, avec petits lits de calcaire compacte et de calcaire cristallin carié | 4,10 |
| 15. Marne verdâtre assez consistante | 0,10 |
| 16. Marne schisteuse friable d'un gris verdâtre | 0,50 |
| 17. Marne schisteuse et friable d'un jaune verdâtre | 0,20 |
| 18. Marne blanche. | 0,10 |
| 19. Calcaire cristallin, carié, semblable au n° 4 | 0,10 |
| 20. Marne schisteuse friable, semblable au n° 17. | 0,05 |
| 21. Marne blanche, semblable au n° 18. | 0,50 |
| 22. Marne schisteuse, semblable au n° 17. | 0,05 |
| 23. Marne blanche, semblable au n° 18. | 0,05 |
| 24. Marne sableuse et friable d'un gris jaunâtre. | 0,20 |
| 25. Marne jaune avec nombreuses dendrites de manganèse. | 0,10 |
| 26. Marne jaunâtre très sableuse et friable | 0,12 |

A reporter. 44,27

	<i>Report.</i>	
27. Argile schisteuse jaunâtre		0,40
28. Marne blanche consistante		0,40
29. Marne jaunâtre très sableuse, avec rognons de calcaire compacte, pesant, un peu strotianien, et à retraits géodiques		0,40
30. Argile schisteuse d'un jaune verdâtre		0,05
31. Marne blanche assez consistante		0,30
32. Marne schisteuse et friable d'un jaune verdâtre		0,20
33. Marne blanche sableuse		0,40
34. Sable quartzeux à gros grains, grisâtre, un peu calcari-fère		0,40
35. <i>Marne marine</i> un peu sableuse, d'un blanc jaunâtre, avec coquilles marines		0,20

Cette même assise de marne marine avait déjà été citée à Montmartre, aux docks Napoléon, et à Ludes, près Reims; mais je l'ai constatée, en outre, à l'embarcadere des chemins de fer de Strasbourg et du Nord, dans les tranchées des fortifications du clos Saint-Lazare, des Vertus, et enfin de la Chapelle Saint-Denis, du moulin de la Briche, près Saint-Denis. Elle présente quelquefois des retraits octaédriques, décrits par M. Constant Prévost, et elle renferme de nombreux débris de corps organisés, tels que : 1° végétaux (*Amphitoltes parisiensis*, *Fucus*), 2° radiaires (*Oursins*), 3° coquilles marines (*Clavagella coronata*, *Crassatella*, *Pholadomya margaritacea*, *Cardium*, *Corbula gallica*, *Psammobia*, *Lucina*, *Fenricardia*, *Arca*, *Chama*, *Ostrea*, *Anomia*, *Turritella*, *Cerithium*, *Fotuta*, etc.), 4° insectes et crustacés, 5° poissons (*dents de Squalc*), 6° reptiles (*Tortues*).

Nota. A environ un mètre au-dessous de cette assise à *Pholadomya*, il existe, au clos Saint-Lazare (dans l'intérieur de Paris), une petite couche de gypse presque compacte et comme carié, dans lequel M. le docteur Haguette a trouvé un Cérîte que l'on peut voir dans la collection géologique du Muséum d'histoire naturelle, à Paris.

36. Marne schisteuse d'un jaune verdâtre	0,40
37. Marne blanche, avec rognons de calcaire compacte argillifère	0,40
38. Marne blanche avec rognons de calcaire très compacte et à dendrites de manganèse	1,00
39. Quartz carié très calcari-fère	0,40
40. Argile schisteuse de couleur de chocolat d'apparence magnésienne	0,30
41. Marne très calcaire, blanche, avec dendrites de manganèse.	0,20
42. Marne très sableuse, avec rognons de grès verdâtre calcari-fère	0,40

A reporter. 15,02

	<i>Report.</i>	45,02
43. Grès calcarifère verdâtre avec coquilles marines (<i>Cerithium</i> , <i>Natica</i> , <i>Fusus bulbiformis</i> , etc.)		0,10

Ce banc de grès marin existe dans diverses autres localités (fortifications de Clichy, docks Napoléon, Monceaux, etc.), où il atteint quelquefois une épaisseur de près de 4 mètres, ce qui permet de l'exploiter pour en faire, soit des pavés, soit des pierres de construction, selon qu'il est plus ou moins quartzeux ou calcarifère.

44. Calcaire crayeux, blanc, friable et traçant.	0,30
45. Sable quartzeux, calcarifère verdâtre	0,20
46. Marne très sableuse, friable, verdâtre.	0,30

C. *Travertin inférieur.*

47. Marne magnésienne violâtre	0,05
48. Calcaire compacte fragmentaire grisâtre.	0,80
49. Argile magnésienne violâtre (magnésite) sans coquilles.	0,10
50. Marne calcaire blanche avec nombreuses <i>Paludina</i>	0,80
51. Calcaire friable avec <i>Lymnaea longiscata</i> , <i>Planorbis rotundatus</i> et <i>Paludina</i>	0,20
52. Calcaire marneux blanchâtre, friable, avec <i>Paludina</i> , <i>Lymnaea longiscata</i> , <i>Planorbis rotundatus</i> et <i>Cyclostoma munita</i>	4,40
Puissance totale des couches.	19,27

On voit par la coupe détaillée que je viens de donner :

1° Que les assises placées entre la 3^e masse de gypse et le travertin inférieur sont beaucoup plus nombreuses et plus puissantes qu'on le supposait;

2° Qu'indépendamment des trois masses de gypse connues et exploitées aux environs de Paris, il en existe une 4^e masse bien caractérisée, et qui plus tard sera sans doute exploitée lorsque les trois masses supérieures seront épuisées;

3° Qu'entre la 3^e et la 4^e masse de gypse, il y a deux couches marines à Cérîtes, lesquelles sont séparées de la marne à *Pholadomya* et autres coquilles marines (n° 35) par 29 couches ayant ensemble plus de 7 mètres de puissance;

4° Qu'à la base de ces dépôts gypseux, fluvio-marins, et presque en contact avec le travertin inférieur, il existe un banc quelquefois puissant de grès calcarifère (n° 43), analogue au grès de Beauchamp, et dans lequel se trouvent encore un grand nombre de coquilles marines. Ainsi, au lieu d'une seule assise marine déjà constatée au milieu des marnes inférieures des gypses (l'assise à

Pholadomya), il faut admettre maintenant qu'il y en a au moins cinq très distinctes et placées à des niveaux différents, ce qui est un fait très intéressant pour la géologie du bassin parisien.

M. Haguette présente un échantillon de gypse portant une très belle empreinte de *Cerithium*, témoin irrécusable de la nature du milieu dans lequel se sont déposées les premières couches de cette formation.

A l'occasion des belles coupes que la Société a observées, dans la journée, aux buttes Chaumont et aux docks Napoléon, et qui sont destinées à disparaître comme celles de Montmartre, M. de Billy émet le vœu que la Société prenne des mesures pour faire reproduire ces coupes au moyen de la photographie, qui en conserverait tous les détails aux géologues.

M. P. Michelot fait connaître que, frappé de la même idée que M. de Billy, il a tenté quelques essais dans ce but, avec le concours d'un très habile artiste, M. E. Baldus. Il met sous les yeux de la Société une photographie de la grande crayère des Moulineaux, qu'on a visitée dans la course du 3 septembre, et dont les diverses couches sont très distinctement reproduites dans cette planche, où se voient aussi les zones de silex.

M. le Président remercie M. P. Michelot de cette communication, et l'engage à continuer le travail dont il a pris l'initiative.

M. P. Michelot présente également à la Société une collection d'environ 400 coupes, relevées dans le bassin de Paris à l'occasion des Recherches sur les matériaux de construction, dont il est chargé par le Ministère des travaux publics. Toutes ces coupes ont été dessinées avec beaucoup de soin, à l'échelle de 1/100^e, par M. C. Ponillaude, conducteur des Ponts et Chaussées et membre de la Société; les bancs ou lits y sont exactement cotés et décrits, avec l'indication des matériaux qu'ils fournissent et des principaux fossiles qu'ils renferment. La plupart de nos coupes ont été prises dans des carrières ou des escarpements naturels, les coupures des routes et des chemins en ont aussi donné un certain nombre, et nous avons commencé à relever successivement les tranchées des lignes de fer qui partent de Paris, de manière à former un profil géologique complet de

ces lignes ; les feuilles présentées à la Société comprennent déjà les lignes de Rouen jusqu'à Poissy, de Saint-Germain, de Versailles (rive droite et rive gauche) et d'Auteuil ; les coupes de cette dernière ligne, qui ont été prises pendant l'exécution des terrassements, partant de la place de l'Europe et se rattachant aux carrières de Passy et aux fossés des fortifications, donnent la série très exacte des couches comprises entre la formation gypseuse et la craie, à l'ouest de Paris. Enfin, les fouilles faites dans Paris et la banlieue, pour de grandes constructions ou des nivellements de la voie publique, ont fourni aussi des observations intéressantes. Nous citerons comme exemple les excavations nombreuses des belles maisons construites depuis peu dans l'avenue de Neuilly, et la tranchée de l'avenue de l'Impératrice, dont les talus, aujourd'hui masqués par la verdure, ont mis à jour la composition de la butte de l'Étoile, où l'on observait, comme aux docks Napoléon bien qu'avec moins de développement, le calcaire de Saint-Ouen, entre les sables marneux inférieurs au gypse et les sables de Beauchamp. L'étude de cet étage, dont il a été jusqu'ici publié peu de coupes complètes, ayant particulièrement occupé la Société dans la course d'aujourd'hui, nous reproduirons la coupe de l'avenue de l'Impératrice prise au point le plus élevé, près de la rue de Bellevue.

m.		m.	
1,00	Terre végétale et remblais.	0,40	Marne caillasseuse jaunâtre avec rognons très pesants.
	<i>Formation du gypse.</i>		<i>Calcaire de Saint-Ouen.</i>
0,50	Marnes sableuses, verdâtres, remaniées.		Épaisseur totale : 7 ^m ,50.
0,80	Marnes argilo-sableuses, verdâtres, avec rognons solides très pesants.	0,12	Argile brune feuilletée.
0,15	Marne jaunâtre.	0,80	Marne blanche sans fossiles.
0,05	Lit d'argile verte.	0,20	Marne calcaire remplie de Lymnées.
0,15	Banc caillasseux.	0,55	Marne blanche fragmentaire.
0,15	Calcaire marin très coquillier, avec nombreux Cérithes ; aspect de calcaire grossier.	0,20	Calcaire compacte dur.
0,10	Calcaire plus compacte, sans fossiles, lié au banc précédent.	0,40	Argile grise feuilletée.
		0,12	Calcaire gréseux compacte.
		0,12	Marne argileuse à Paludines.
		0,30	Marne grise jaunâtre.
		0,40	Marne argileuse à Paludines.
		0,15	Marne jaunâtre sans fossiles.

m.		m.	
0,30	Calcaire compacte fissile.	0,12	Marne sableuse.
1,00	Marne blanche à Paludines, coupée par des lits d'argile.		Filet d'argile.
0,05	Marne argileuse à Paludines.	0,25	Marne blanche sableuse.
0,60	Marne sans fossiles.	0,03	Argile ligniteuse, feuilletée.
0,45	Argile violacée, avec nom- breux <i>Cyclostoma numia</i> écrasés.	0,20	Marne compacte dans le haut, fissile dans le bas.
0,04	Lit d'argile grise.		Filet d'argile.
0,22	Marne blanche, avec un lit d'argile au milieu.	0,42	Concrétion niviforme.
0,04	Lit d'argile grise.		<i>Sables de Beauchamp.</i>
0,35	Marne blanche en couches de 0,08 à 0,10, coupées par des lits d'argile.	0,25	Calcaire marneux, avec em- preintes nombreuses d'Avi- cules, Cérîtes, etc.
0,03	Lit d'argile grise.	0,02	Argile feuilletée.
0,80	Marne blanche sans fossiles, en couches de 0,08 à 0,10, coupées par des lits d'ar- gile.	0,20	Calcaire marneux, fragmen- taire.
	Filet d'argile.	0,04	Lit d'argile grise.
0,44	Marne grise.	0,15	Marne grise.
0,20	Marne blanche, coupée par deux lits d'argile.	0,42	Calcaire marneux, poreux et fissuré.
0,04	Lit d'argile grise.	0,45	Marne sableuse, avec cou- ches de sable pur au milieu.
0,08	Marne blanche.	0,04	Lit d'argile grise.
	Filet d'argile.	0,08	Marne blanche solide.
0,40	Marne blanche.	0,04	Lit d'argile grise.
	Filet d'argile.	0,18	Marne blanche fissile.
		0,25	Sable avec veines et poches marneuses.
		0,45	Sable pur verdâtre.

On s'est abstenu dans cette coupe d'employer les désignations de calcaire siliceux, marnes magnésiennes, concrétions gypseuses, parce qu'on a constaté en plusieurs occasions que ces désignations avaient été attribuées à tort aux diverses couches du calcaire de Saint-Ouen, dont le facies ne suffit pas pour reconnaître la composition chimique.

Le calcaire à Avicules, que nous considérons comme la limite supérieure des sables de Beauchamp autour de Paris où il forme un bon horizon, est visible à la barrière de l'Étoile, ce qui nous a permis d'en repérer la hauteur, sur ce point, à 58^m,25 au-dessus du niveau de la mer.

La fouille d'une maison dans la rue Leroux, à 100 mètres de l'avenue de Saint-Cloud, nous a d'ailleurs permis d'évaluer l'épaisseur totale des sables de Beauchamp sur ce point à

11 mètres; au fond de cette fouille, se retrouvait un calcaire jaunâtre très coquillier (Cérites, Cardites, Cardiums, Cythérées, grandes Turritelles), que nous avons souvent observé à la base des sables de Beauchamp, par exemple à Meudon, à Gentilly, à Pierrelaye et à Paris même, dans la rue des Écoles, où il se trouve à 5 mètres en contre-bas du sol.

Séance du vendredi 7 septembre 1855.

PRÉSIDENCE DE M. A. DUMONT.

M. P. de Rouville, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. Sterry-Hunt, chimiste et minéralogiste de la commission géologique du Canada, présente la carte géologique de cette contrée; il accompagne cette présentation de quelques mots d'explication sur les divers groupes géologiques, qui y ont été reconnus et plus particulièrement étudiés par M. Logan, directeur de la commission. Il résume une brochure intitulée: *Esquisse du Canada*, dont il a bien voulu mettre un certain nombre d'exemplaires à la disposition des membres de la Société.

M. Hébert résume les faits observés pendant les courses des 5 et 6 septembre.

Course du 5 septembre. — Étréchy, Jeurre, Étampes, Ormoy.

Aucune formation des environs de Paris, si nous en exceptons celles des *sables de Rilly* et du *calcaire pisolithique*, n'a reçu plus de lumières des travaux qui ont suivi ceux de Cuvier et Brongniart, que celle des grès marins supérieurs dits *grès de Fontainebleau*. Aujourd'hui, grâce à la multiplicité des observations ultérieures, et aussi grâce aux champs nouveaux d'explorations, on a réussi à se faire une idée plus exacte des faits. Des zones de fossiles tout à fait spéciaux ont été reconnues dans les couches les plus basses de cette formation. Il était d'un grand intérêt pour la Société de constater ces nouveaux résultats; en conséquence, elle a consacré, sous la direction de

M. Hébert, la journée du jeudi 5 septembre à l'étude des trois gisements les plus importants de cette formation, Jeurre, Étampes et Ormoy.

Le *sable coquillier de Jeurre* repose immédiatement sur le calcaire lacustre de la Brie ; la nature friable et sableuse des couches permet d'y faire une récolte abondante de fossiles : parmi les plus communs, on peut énumérer les *Pectunculus angusticostatus* et *planicostatus*, le *Cardium Raulini*, le *Buccinum Gausardii*, la *Voluta Rathieri*, la *Melania semistriata*, la *Natica crassatina*, le *Cerithium trochleare* et ses nombreuses variétés, etc. ; quelques-uns, comme les Natices, forment un lit distinct. On y trouve encore en abondance l'*Ostrea cyathula*, qui fixe l'horizon de cette couche au niveau des assises inférieures de la même formation à Montmartre ; la *Natica crassatina*, Desh., la *Deshayesia cochlearia*, Héb. et Renev., la *Chemnitzia semidecussata*, d'Orb., et le *Cerithium trochleare*, Lamk, la rapprochent des faluns plus lointains de Gaas ; si à ces cinq dernières espèces nous joignons les six suivantes : *Natica angustata*, Grat., *Cerithium plicatum*, Brug., *Cytherea incrassata*, Desh., *Cyrena convexa*, Héb. et Renev., *Ostrea cyathula*, Lamk., *Rhyzangia brevissima*, Edw. et Haime, nous aurons l'ensemble des espèces énumérées par MM. Hébert et Renevier à titre d'espèces communes aux assises inférieures du terrain tertiaire moyen de Paris et au *terrain nummulitique des Alpes*. On rencontre encore dans les couches de Jeurre des côtes de Lamantins.

La *sablère de la ferme de Malassis*, près Morigny, a fourni la *Lucina Heberti*, la *Cytherea levigata*, le *Buccinum Gausardii*, plusieurs Tellines, etc. ; cette assise constitue un niveau de fossiles un peu supérieur au premier.

M. Hébert n'élève pas à moins de cent trente le nombre des espèces qu'il a trouvées dans les sables de Jeurre et d'Étréchy, toutes distinctes de celles de la faune du calcaire grossier (1).

La *côte de Saint-Martin*, à la sortie d'Étampes, présente un escarpement d'une trentaine de mètres de hauteur, composé dans le haut de quinze mètres de bancs solides, blanchâtres,

(1) *Bull.*, 2^e série. t. II, p. 460.

Soc. géol., 2^e série, tome XII.

régulièrement stratifiés, représentant le travertin supérieur ou calcaire lacustre de la Beauce, et dans le bas de sables très purs et très blancs qu'on exploite pour les verreries; c'est l'horizon des grès de Fontainebleau. La présence, dans la partie inférieure de l'escarpement, de lits de cailloux, composés pour la plupart de silex de la craie roulés, justifie l'opinion des géologues qui attribuent à ces sables une origine mécanique (1). Les grès et concrétions des assises les plus élevées, semblent témoigner d'infiltrations calcaires ou siliceuses à l'époque du dépôt du calcaire de Beauce. Brongniart n'avait pas méconnu cette influence du voisinage du calcaire siliceux sur ces agglomérations de sables quand il disait (2): « Quelquefois la partie supérieure de ces bancs de grès est imprégnée de chaux carbonatée qui les pénètre par infiltrations, lorsqu'ils sont recouverts de calcaire d'eau douce.» M. Iukes, inspecteur du *Geological Survey* d'Irlande, qui assistait à cette course, a rappelé, sur les lieux, qu'en Australie il avait observé le même phénomène d'agglutination des sables au moyen du carbonate de chaux, enlevé par les eaux pluviales aux terrains coquilliers superficiels; on aurait pu rappeler bien des exemples analogues énumérés par M. Marcel de Serres dans ses diverses notes sur les *grès coquilliers récents* de la Méditerranée, et en particulier le cas cité par lui de sables agglutinés sous l'influence de copeaux de fer gisant sur le sol (3). Des fragments éboulés de calcaire supérieur ont permis d'y constater la présence de *Lymnées*, *L. carnea* et *cylindrica*, du *Planorbis cornu*, du *Cyclostoma elegans*, et de graines de *Chara*. Une faune exclusivement lacustre a donc succédé à la faune marine des grès supérieurs; mais la transition n'a pas été plus brusque, à cette époque, qu'elle ne l'avait été lors du dépôt du gypse succédant aux grès marins de Beauchamp. Une couche formée d'une sorte de terreau végétal et renfermant à la fois des Cérites et des Paludines, recouvre les sables, et est

(1) Burat, *Traité de géogn. de d'Aubuisson*, t. II.

(2) *Loc. cit.*, p. 97 (1834).

(3) *Revue scient. et indust. de Quesneville*, 1846-1847. — *Procès-verbaux de l'Acad. d. sc. et lett. de Montpellier*, 1854-1852, p. 7.

elle-même recouverte à Étampes par une assise rudimentaire de sables, contenant des fossiles essentiellement marins.

Cette même assise se développe plus loin, et constitue le gîte fossilifère d'Ormoÿ, découvert et décrit par M. Hébert (1) ; elle forme la base immédiate du calcaire siliceux.

Couches coquillières d'Ormoÿ. — La liaison de la couche d'Ormoÿ avec les assises inférieures à Paludines, d'une part, et avec le calcaire de la Beauce de l'autre, est si intime que M. Ch. d'Orbigny les réunit toutes deux à son travertin supérieur. Cependant les fossiles qu'on y rencontre sont pour la plupart les mêmes que celles de Jenrre et d'Étréchy. On y reconnaît la *Lucina Roberti*, la *Cytherea incrassata*, le *Cerithium plicatum*, etc. ; il en est pourtant de spéciales, comme le *Cerithium Lamarckii*, Brong. non Desh., la *Cardita Basteroti*, Desh., le *Murex Bronnii*, etc. Ce dernier se retrouve dans le bassin de Mayence, dont l'horizon est le même que celui des grès de Fontainebleau.

La couche d'Ormoÿ ne se prolonge pas plus haut vers le nord ; sur quelques points, la disposition des fossiles et la séparation des valves indiquent comme le littoral de la mer ou de la lagune dans laquelle ils se sont déposés.

Course du 6 septembre. — Meulan, Vigny, Triel.

L'objet principal de la course était le calcaire pisolithique de Vigny ; il importait que les membres étrangers reconnussent le développement dont cette formation est susceptible, afin de mieux comprendre les discussions dont elle a été l'occasion depuis 1834 (2) ; d'ailleurs l'itinéraire avait été tracé de telle sorte, que la Société devait retrouver l'occasion d'observer la série à peu près complète des terrains qui constituent le bassin de Paris.

Craie, calcaire pisolithique, sables du Soissonnais, calcaire grossier, à Meulan. — Dès Meulan, son point de départ, la Société s'est retrouvée sur l'assise la plus ancienne, celle de la

(1) *Bulletin*, 2^e sér., t. VIII, p. 342, 1831.

(2) Voyez d'Archiac, *Hist. des progrès de la géol.*, t. IV, p. 239 et suiv., l'histoire de cette discussion.

craie blanche. Le calcaire grossier forme les collines qui dominent Meulan ; une couche peu épaisse de sable rougeâtre représente les sables du Soissonnais. Quelques traces de lignite, que l'on rencontre au-dessous, et qui présentent des fragments de *Cyrena cuneiformis*, indiquent l'horizon de l'étage des lignites ; le relief de la craie ne leur a pas permis de se développer sur une grande épaisseur, et c'est grâce à une ondulation de la route que les affleurements ont été mis à jour ; au bas de la descente et le long de la rampe qui aboutit à la chaussée Brunehaut, se présente, avec une puissance de quelques mètres, une série de bancs calcaires horizontaux, entremêlés d'argiles, que leurs caractères pétrographiques et leur position au-dessus de la craie ont bientôt fait reconnaître pour appartenir au calcaire pisolithique, auquel sa couleur jaunâtre, sa texture cellulaire, cariée et zoophytique, son tissu inégal, impriment un aspect particulier et bien reconnaissable. Les couches calcaires ne sont pas continues à la partie supérieure, mais partagées en blocs de différentes grandeurs, à surfaces inégales, souvent trouées et comme corrodées par les agents atmosphériques. L'argile les enveloppe dans tous les sens, et y forme indifféremment des amas, des lits et de petits filons.

Une discussion s'est élevée sur la question de savoir quelle sorte de remaniement cette formation avait dû subir. M. Hébert, frappé de l'état des couches et de l'aspect des blocs, et aussi de l'analogie de l'argile qui les enveloppait avec l'argile plastique, dont il a observé l'existence un peu plus haut, retrouve ici, tout au moins dans les parties supérieures, un état de choses analogue à celui de Meudon, quoique sur une échelle moins considérable. A Meulan, les bancs pisolithiques auraient été rompus, et l'argile plastique aurait pénétré au milieu d'eux par suite d'un mouvement dans les eaux de la mer tertiaire.

MM. Dumont et Graves ne partagent pas cette manière de voir ; ils ne sont pas convaincus de l'identité de l'argile interstratifiée avec l'argile plastique ; ils la regardent comme faisant partie intégrante de la formation pisolithique.

Cette argile rappelle d'ailleurs à M. Graves la marne argileuse et verdâtre qu'il a constatée, en nids et en filets, dans

le calcaire de Laversine (Oise) (1), et à M. P. Michelot l'argile verdâtre dont on observe plusieurs lits dans la partie moyenne du calcaire exploité aux carrières de la Falaise, près de Vertus (Marne), ce qui leur fait penser, autant que l'état des lieux permet de se former une opinion, que toute la formation observée appartiendrait au calcaire pisolithique remanié.

Au haut de la montée, au-dessus du calcaire pisolithique, on retrouve les sables rouges observés déjà sous l'église de Meulan; ils ont été recouverts par une des assises inférieures du calcaire grossier friable présentant les *Venericardia planicostata* et *acuticostata*, la *Chama calcarata*, la *Crassatella tenuistriata*, etc.; quelques petits cailloux roulés de silex, épars à la surface du sol, attestent la présence, à quelques pieds plus bas, d'une assise qui se montre plus loin, sur les bords de la Viourne, à la carrière de Longuesse: c'est un lit de petits cailloux roulés noirs, au milieu de sables glauconieux contenant des dents de squales, assise qui constitue, pour M. Hébert, un excellent horizon géologique dans tout le bassin de Paris, et qui marquerait la limite entre les sables du Soissonnais et le système du calcaire grossier (2).

La course de Compiègne nous donnera l'occasion de revenir sur ces couches inférieures du terrain tertiaire.

Calcaire pisolithique, à Vigny. — Les couches inférieures du calcaire grossier et la partie supérieure des sables du Soissonnais constituent le sol de la rive droite de la Viourne; la rive gauche offre un escarpement de couches calcaires, qui paraissent de loin n'être que la continuation du calcaire grossier, mais qui s'en distinguent bientôt par la texture de la roche: c'est le calcaire pisolithique de Vigny, masse d'un aspect homogène, et atteignant plus de 25 mètres d'épaisseur.

On dirait un tuf cimenté après coup par un calcaire concrétionné, abondant principalement dans les couches supérieures; les fossiles y sont eux-mêmes enveloppés d'une croûte calcaire, et rarement entiers; les baguettes du *Cidaris For-*

(1) *Essai sur la topogr. géog. du dép. de l'Oise*, 1847, p. 166.

(2) *Bull.*, 2^e série, t. V, p. 407 (note). — *Obs. sur l'argile plastique*, 1854, p. 17 (note).

chamneri y sont fréquentes, ainsi que de très beaux exemplaires de polypiers ; les moules des fossiles sont, pour la plupart, très reconnaissables. M. Hébert a recueilli, principalement dans la partie supérieure, les mêmes espèces que dans le calcaire pisolithique de Meudon ; il n'y retrouve aucune coquille tertiaire ; des six espèces de grands Cérîtes qui s'y rencontrent, aucune ne serait le *Cerithium giganteum* du calcaire grossier. La masse est adossée au N. contre la craie blanche, sans interposition visible d'aucune couche. Cette superposition immédiate du calcaire sur la craie se reproduit à Laversine ; elle a fourni, dès le commencement, à M. Graves, la raison principale pour laquelle il l'a rapproché du terrain crétacé (1). Les fossiles en ont fixé l'horizon au niveau de la craie supérieure de Belgique. Toutefois ce rapprochement paraissait encore, en 1851, contestable à M. d'Archiac (2), malgré les affirmations de MM. Élie de Beaumont en 1834 (3), Graves et Hébert en 1847 et 1849 (4), lesquelles ont fait revenir M. Charles d'Orbigny de l'opinion qu'il avait émise en 1839 (5).

La masse du calcaire de Vigny renferme des fragments de craie jaune et de silex détachés par la mer pisolithique de la craie sous-jacente, et des silex gris contemporains de la roche.

Calcaire grossier, à Saillancourt. — En se dirigeant des carrières de Vigny vers la colline de l'Hautic, on se retrouve sur la craie à laquelle est adossé le calcaire pisolithique, et l'on arrive aux carrières de Saillancourt sans avoir observé les sables du Soissonnais. Dans ces dernières carrières, situées à quelques kilomètres de Vigny, le calcaire grossier atteint un grand développement ; décrites avec détail, dès 1811, par Cuvier et Brongniart (6), elles devaient naturellement attirer l'attention de la Société, qui a reconnu dans les couches exploitées du calcaire grossier inférieur celles désignées dans

(1) *Loc. cit.*, p. 167.

(2) *Loc. cit.*, t. IV, p. 245.

(3) *Bull.*, 1^{re} série, t. IV, p. 392 et 393.

(4) *Bull.*, 2^e série, t. III, p. 520, et t. VI, p. 723.

(5) *Tableau synopt. des terrains*, 1855. — *Mémoire sur diverses couches de terrain*, p. 6 et suiv.

(6) *Essai sur la géogr. minér. des environs de Paris*, 1811, p. 97.

la Description géologique des environs de Paris, sous les noms de Banc rouge, Banc jaune, Banc vert ; il ne faut pas confondre ce dernier, qui doit son nom aux grains nombreux de glauconie qu'il renferme, avec le banc vert marneux du calcaire grossier supérieur que la Société a également observé à Saillancourt, reposant comme à Châtillon, à Nanterre et dans beaucoup d'autres localités, sur une couche contenant des débris de végétaux et de poissons. Dans les bancs inférieurs de Saillancourt, la Société a reconnu la présence du *Cerithium giganteum*, qui caractérise cet horizon, des *Corbis lamellosa*, *Lucina gigantea*, *Echinolampas similis*, *Orbitolithes plana*, etc.

Route de Saillancourt à Triel. — La Société s'est rendue de Saillancourt à Triel en franchissant la butte de l'Hautie du village de Menucourt au hameau du Temple, où elle a repris la grande route. On a traversé d'abord le bois de Saillancourt, planté sur les sables de Beauchamp ; à la sortie de ce bois les champs cultivés laissent voir des fragments du calcaire de Saint-Ouen, qui forme le sous-sol, et l'on monte jusqu'au village de Menucourt, construit sur les marnes vertes supérieures au gypse ; ces marnes sont employées à la fabrication des tuiles en les mélangeant avec une alluvion argilo-sableuse prise dans la plaine. Le gypse lui-même est exploité près de Menucourt, sur une épaisseur d'environ 10 mètres, au moyen de galeries qui pénètrent à plusieurs centaines de mètres dans la colline. Au-dessus des marnes vertes, le versant boisé de l'Hautie est formé par les sables de Fontainebleau, généralement ocreux avec blocs de grès quelquefois très ferrugineux dans la partie supérieure ; leur épaisseur est au moins de 30 mètres. Ils sont recouverts par une couche d'argiles bigarrées avec meulières fragmentaires souvent blanches, grenues, et contenant beaucoup de Lymnées et de graines de *Chara* qui forme le plateau de l'Hautie ; on extrait ces meulières sur un grand nombre de points pour la maçonnerie et le cailloutage des routes. L'aspect général de l'Hautie rappelle donc tout à fait celui de la colline de Montmorency.

Sur le versant opposé on retrouve les mêmes couches ; les grès de Beauchamp y sont plus développés, et l'on y a même ouvert quelques carrières de pavés ; on y recueille des échantil-

lons curieux de grès lustrés et zonés de diverses couleurs. Avant de descendre au Temple, la Société a observé, en suivant les talus d'un chemin abrupte et d'une carrière ouverte au-dessous, une coupe fort remarquable en ce qu'on y constate la superposition directe du calcaire de Saint-Ouen sur les sables de Beauchamp, et de ceux-ci sur les caillasses du calcaire grossier. Voici cette coupe relevée en détail par M. P. Michelot, en 1852.

Calcaire de Saint-Ouen.

- 0,50 Couche calcaire marneuse, en petits fragments, avec *Paludina pusilla*.
- 0,40 Banc suivi de calcaire compacte.
- 0,80 Marne siliceuse, compacte, brisée; nombreuses Paludines.

Grès de Beauchamp.

- 0,40 Sable verdâtre, avec nombreuses *Melania hordeacea*.
- 3,00 Sable grisâtre très coquillier (*Cerithium mutabile*, *Cytherea elegans*, *Lucina saxorum*, *Cardium obliquum*, *Calyptina trochiformis*, et autres fossiles de Beauchamp).
- 0,50 Banc sableux très grossier, coquillier; mêmes fossiles.
- 8,40 Sable jaune terreux.
- 0,50 Banc assez dur, grain sableux, très grossier.
- 0,50 Sable jaunâtre.
- 0,80 Banc d'argile sableuse, jaunâtre.
- 1,40 Alternances de sable et de grès en plaquettes, avec quelques lits d'argile et plaquettes concrétionnées.
- 0,40 Banc de grès rubané.
- 0,30 Couche de sable, avec nombreux rognons de grès très tendre.
- 0,50 Sable marneux jaunâtre.
- 0,05 Sable blanc.
- 0,60 Sable jaune verdâtre.
- 0,45 Marne jaunâtre fissile.
- 0,30 Marne avec rognons siliceux.
- 0,20 Marne caillasseuse compacte.
- 0,02 Argile verdâtre.
- 0,30 Marne blanche fissile.
- 0,50 Banc gréseux presque compacte, en deux moies.
- 0,50 Marne blanche fissile.
- 0,45 } Marne solide caillasseuse, compacte dans le haut, fouillété dans
- 0,50 } le bas.
- 0,08 Marne fissile blanche.
- 0,20 Marne sableuse jaunâtre.
- 0,10 Petit banc gréseux, grisâtre, coquillier.
- 0,50 Marne calcaire, sableuse, diversement colorée.

Caillasses du calcaire grossier.

- 0,30 Banc suivi de calcaire siliceux, avec noyaux disséminés de marne blanche, aspect de poudingue.
 0,05 Marne sableuse blanche.
 0,08 Banc de caillasse, siliceux, aspect de meulière.
 0,30 Couche de craon marneux, rubané de jaune et de blanc, avec quelques lits concrétionnés.

Calcaire grossier supérieur.

- 0,35 Banc gréseux, très coquillier. Cérîtes, Naticas, etc.
 0,40 Couche de craon marneux, sableux.
 0,05 Banc gréseux, compacte.
 0,50 Banc marneux délité, avec filons concrétionnés.
 0,60 Banc très dur, compacte, se délitant, avec poches de Miliolites.
 0,45 Banc de sable calcaire, marneux, avec quelques plaquettes dures.
 0,40 Banc marneux, très coquillier. *Cerithium denticulatum*, *echidnoïdes*, etc.
 1,00 Banc marneux assez dur.
 0,30 Banc blanc, marneux, quelquefois caillasseux.
 0,40 Banc très marneux, feuilleté.
 0,50 Banc blanc, très marneux.
 0,35 Banc argileux noirâtre, aspect de lignite, coquillier, *Lucina saxorum*, etc.
 0,40 Banc marneux, coquillier, avec des empreintes végétales.
 0,30 Banc calcaire assez fin, à Miliolites, lié au précédent.

Calcaire grossier moyen.

- 1,70 Lambourde en petits bancs de 0,30 à 0,40.
 1,00 Lambourde fine, peu coquillière, souvent brisée.
 0,40 Vergelé gros grain, blanc, brisé; moellons.
 0,60 Id. id.
 1,50 Lambourde fine, blanche.
 0,50 Id. id.
 1,00 Id. id.
 0,50 Vergelé brisé, banc suivi; quelques poches sableuses.
 0,60 Id. id.

Séance du lundi 10 septembre.

PRÉSIDENTE DE M. A. DUMONT.

M. P. de Rouville, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente, dont la rédaction est adoptée.

M. Ed. Hébert a la parole pour résumer les faits observés dans les courses des 8 et 9 septembre.

L'objet principal de ces courses, dirigées par MM. de Verneuil, Graves et Hébert, était l'étude des couches comprises entre le calcaire pisolitique et le calcaire grossier, et désignées sous les noms de *sables du Soissonnais*, *sables inférieurs*, *étage de l'argile plastique*, couches particulièrement développées dans les départements de l'Oise et de l'Aisne, où elles ont été très bien décrites par MM. d'Archiac (1) et Graves (2).

Course du 8 septembre. — Pont-Sainte-Maxence, Fleurines, Saint-Christophe.

Le premier gisement étudié dans la matinée du 8 septembre fut la cendrière de Saron, près de Pont-Sainte-Maxence (Oise); c'était débiter par un horizon connu, l'étage des lignites du Soissonnais, qui occupe partout le même niveau dans le bassin de Paris. Tous les observateurs ont confirmé sur ce point les conclusions de Cuvier et Brongniart (3); M. Hébert vient de leur donner une sanction nouvelle par ses observations sur l'argile plastique (4).

Lignites de Saron.—L'excavation pratiquée pour l'exploitation montre de haut en bas :

Diluvium rougeâtre avec Nummulites, de la vallée de l'Oise . . .	1,50
Argile sableuse d'un gris jaunâtre avec infiltrations rougeâtres vers le haut, et colorée en noir, vers le bas, par la couche de lignites	2,00
Première couche de lignites	1,60
Couche de glaise avec fossiles d'eaux marines et saumâtres (<i>Melanopsis buccinoïde</i> , <i>Paludina Desnoyersi</i> , graines de <i>Chara helicteres</i> , <i>Cerithium variable</i> , <i>Murex</i> , nov. sp., <i>Buccinum semicostatum</i> , <i>Cyrena cuneiformis</i> , <i>Ostrea spernaccensis</i> , etc.; M. de Verneuil y a recueilli des dents de <i>Coryphodon</i>).	1,20
Seconde couche de lignites	3 à 4,00
Glaise, constituant le fond de l'excavation, sur une épaisseur de 7 mètres.	

(1) *Descript. géol. du département de l'Aisne*, 1843.

(2) *Essai sur la topogr. géogn. du département de l'Oise*, 1847.

(3) *Descript. géol. des environs de Paris*, 1834, p. 293 (noté).

(4) *Observ. sur l'argile plastique*, 1854. — *Bull.*, 2^e série, t. XI, p. 448, 4^{er} mai 1854.

Sables à Nummulites planulata ou sables de Cuise, à Pont-Sainte-Maxence. -- C'est aux environs de Pont-Sainte-Maxence que la Société a observé les premières couches qui recouvrent les lignites; elles consistent en des sables jaunâtres et micacés vers le bas, verdâtres vers le haut et présentant dans leur partie supérieure une couche coquillière composée presque exclusivement de la *Nummulites planulata*. Ces sables peu fossilifères en ce point, sur une épaisseur de 20 à 25 mètres, offrent dans quelques localités et en particulier à Cuise-la-Motte, une agglomération fort remarquable de coquilles marines; ce qui les fait appeler *Sables de Cuise* (lits coquilliers de M. d'Archiac). La Société s'était proposé de visiter ce gisement, mais le cours de ses observations l'a obligé de modifier son itinéraire; d'ailleurs les sables observés ici, et les rares fossiles qu'on a pu y recueillir, tels que *Turritella imbricaturia*, *Cerithium acutum*, *Neritina conoidea*, etc., suffisent pour donner une idée exacte de ce groupe. On y trouve à différentes hauteurs des rognons tuberculeux épars, plus nombreux et plus rapprochés dans le bas, qu'on désigne vulgairement sous le nom de *Têtes de chat*. Ils se prolongent jusque dans la glauconie supérieure, et même jusque dans le calcaire grossier inférieur, où ils forment des plaques ou assises plus ou moins épaisses d'une roche dure et gréseuse, laquelle recouvre alors le lit de sable quartzeux à galets de silex noirs et dents de squales, que nous avons signalé à Longuesse, près de Vigny.

Dans une seconde carrière de Pont, voisine de la première, une assise gréseuse recouvrant le lit de galets y atteint une épaisseur de 5 à 6 mètres et paraît entièrement pétrie de Nummulites, et notamment de *Nummulites levigata*.

Une troisième assise, qui n'est que le prolongement de la seconde, présente la même zone nummulitique avec une puissance de 16 mètres; la roche y revêt sa forme la plus ordinaire de grès mamelonné dans le bas et dans le haut; elle est plus friable dans la partie moyenne, et y est remplie sur une hauteur d'un mètre d'empreintes de la même Nummulite dont le test a complètement disparu, et a été quelquefois remplacé par de la chaux carbonatée cristallisée. Quelques couches sableuses à la partie supérieure ont présenté des dents de

Carcharodon; des couches massives de calcaire grossier les recouvrent.

Calcaire grossier, à Pont-Sainte-Maxence. — Le calcaire grossier de Pont n'offre aucun caractère qui le distingue de celui de Paris; nous renvoyons pour les détails à la coupe qu'en donne M. Graves dans son ouvrage (*loc. cit.*, p. 355-556); il y reconnaît successivement un *banc gris*, un *banc fin*, le *vergelé*, le *banc de volée*, le *gros banc*, le *banc de verrains*, dénominations empruntées au langage des ouvriers, qui désignent les différentes couches connues des géologues sous les noms de bancs à Cérîtes, bancs à Miliolites, couches à *Cerithium giganteum*. La Société a observé dans les environs de Pont, immédiatement au-dessous du *banc de verrains*, deux dépôts sableux de 8 à 40 mètres d'épaisseur, qui présentent la particularité minéralogique d'être assez magnésiens pour avoir servi à la fabrication du carbonate de magnésie. M. de Verneuil a montré quelques échantillons de ce produit, obtenu dans une usine, aujourd'hui abandonnée, qui avait été établie dans le voisinage pour l'exploitation de ces sables.

L'existence d'un pareil gisement n'avait été encore signalée par aucun observateur; une légère inclinaison de la première masse de sables, d'ailleurs sans stratification, vers les couches du calcaire grossier, et l'apparence d'usures et d'érosions à la surface inférieure du toit, avaient fait penser au premier abord à un métamorphisme local et latéral de cette masse; mais l'horizontalité évidente de la seconde masse et son recouvrement immédiat par des assises de calcaires demeurées elles-mêmes parfaitement horizontales, ont éloigné cette idée et provoqué de la part de M. Viquesnel l'hypothèse d'un dépôt produit sous l'influence de phénomènes thermo-minéraux localisés en ce point; le dépôt sableux magnésien de Pont, qui rappelle la craie dolomitique de Beyne, est un fait géologique qu'il faut ajouter à tant d'autres incontestables mais encore inexplicables.

Sable et grès de Beauchamp, à Fleurines. — La formation de sables et de grès, qui suit immédiatement le calcaire grossier dans la série ascendante des couches tertiaires, prend un grand développement autour de Pont-Sainte-Maxence. La Société l'a observée tout près de Fleurines; elle y est remarquable par

l'importance qu'y acquièrent ses argiles verdâtres ; on sait qu'une couche de marne verte accompagne souvent, avec plus ou moins de développement, les grès de Beauchamp. C'est la couche n° 75 du tableau de M. d'Orbigny (1855) signalée par lui à Monceaux, aux Batignolles et à Clichy ; de son côté, M. C. Prévost, dans ses observations sur les grès coquilliers de Beauchamp, constate dans chacune des carrières de ce grès un lit plus ou moins épais de marne verte, accompagnée quelquefois de rognons géodiformes de strontiane, comme à Osny, et offrant à Pontoise quelques indications de gypse. Ces marnes, qui semblent marquer l'aurore de la formation gypseuse, se rattachent peut-être à la masse d'argile d'un gris verdâtre qui, d'après M. Élie de Beaumont, remplace progressivement le calcaire grossier vers Épernay et Vertus, et dans laquelle M. Dufrénoy a observé sur les confins N.-O. de la Brie le développement progressif du calcaire siliceux et des meulières (1) ; dans ce dernier cas, elles auraient pris la place des sables et grès moyens eux-mêmes. Elles ne jouent pas ce rôle dans les environs de Fleurines, les sables les recouvrent le plus souvent avec une puissance qui atteint quelquefois de 10 à 20 mètres. Ces argiles, étant éminemment propres à la confection des tuiles, sont l'objet de nombreuses exploitations ; leur épaisseur est de 2 mètres ; elles présentent, vers le bas, un lit de sable ferrugineux et quelques cailloux roulés ; les sables qu'elles supportent sont blancs et quartzeux, et très peu coquilliers dans cette localité ; ils sont eux-mêmes recouverts par quelques assises de calcaire siliceux, représentant le *travertin inférieur* ou *calcaire de Saint-Ouen*.

Dans le milieu de la plaine de Fleurines, les sables ont été enlevés sur une partie de leur épaisseur, et les argiles, presque entièrement découvertes et à fleur du sol, ne supportent plus que des fragments de meulières arrachées aux calottes environnantes de calcaire siliceux, ce qui constitue un diluvium tout local.

Marnes vertes et grès supérieurs, à la butte Saint-Chris-

(1) *Mém. pour servir à la descript. géol. de la France*, t. III, p. 184.

tophe. — Les sables siliceux de Fleurines se prolongent jusqu'à la butte Saint-Christophe, dont ils forment la base et la partie la plus considérable; ils sont agrégés, vers leur extrémité supérieure, en couches plus solides ou sous forme de rognons aplatis; par-dessus se retrouve une masse de 10 à 15 mètres d'épaisseur de calcaire lacustre. C'est un mélange de marnes blanches et de calcaires de texture variée; la variété compacte est exploitée; elle renferme des Planorbes, des Cyclostomes (*C. numia*), des graines de Chara et des Lymnées; il s'y trouve aussi des silix pyromaque; quelques parties, moins dures, sont sans fossiles; la formation lacustre est recouverte par des assises marneuses, verdâtres vers le bas, blanches vers le milieu, grisâtres et sableuses vers le haut, et offrant à ce niveau une variété du *Cerithium plicatum* et la *Cytherea semi-striata*, qui indiquent l'horizon des marnes à Cythérées de Brongniart et Cuvier.

MM. de Verneuil et d'Archiac signalèrent en 1845 (1) cette couche à Cythérées, et avec elle un lit très mince d'oolithes brunes rappelant une couche analogue de Villejuif; 3 ou 4 mètres d'une argile verdâtre, qui pourrait représenter ici tout ensemble les marnes vertes sans Huîtres et les marnes à *Ostrea longirostris* de Montmartre, sans interposition d'assises lacustres, recouvrent les oolithes et les séparent des sables et grès supérieurs, que couronnent les meulièrees supérieures disséminées en fragments dans un sable jaunâtre (2). Chacune des assises de marnes que nous venons d'énumérer donne lieu à un niveau d'eau particulier.

Forêt de Halatte, Pont-Sainte-Maxence. — Après avoir admiré la position du château de Saint-Christophe, son architecture romane et ogivale des XI^e et XIII^e siècles, et le magnifique panorama que l'œil embrasse du haut de la terrasse, après s'être rendu compte, grâce aux précieuses indications de M. de Verneuil, des reliefs géologiques de la contrée environnante, la Société a regagné Pont-Sainte-Maxence en redescendant, à travers la forêt de Halatte, toute la série des couches

(1) *Bull.*, 2^e série, t. II, p. 324.

(2) Voyez M. Graves, *loc. cit.*, p. 470, 504, 514, 546, 524, pour les détails de cette coupe.

tertiaires depuis les meulières supérieures jusques aux couches si riches en Nummulites des collines qui dominant Pont. Le même soir, elle a reçu, chez M. de Verneuil, père de notre savant collègue, la plus gracieuse et splendide hospitalité ; ce n'est pas un des moindres privilèges de la Société géologique de France que cet esprit de fraternité, dont elle est heureuse de recueillir annuellement des témoignages dans sa session extraordinaire.

A onze heures du soir, la Société partit pour Compiègne, dont elle devait, le lendemain, explorer les environs.

Course du 9 septembre. — Clairoux, Machemont, Attiche.

La craie, qui forme les bords et le fond du bassin de Paris, est recouverte à Compiègne et jusqu'à quelques kilomètres de la ville, par une très faible épaisseur de sables calcaires dont la puissance augmente à mesure que l'on s'avance vers le N. ; tous les puits de Compiègne sont creusés dans la craie ; la sablière de Clairoux a de 8 à 10 mètres ; celle de Machemont n'en a pas moins de 40 à 50.

Ces sables, généralement jaunâtres, reposent donc sans intermédiaire sur la craie à Compiègne ; un peu plus loin, et avant Clairoux, ils recouvrent d'autres sables qui se distinguent par leur couleur blanchâtre et leur grain plus quartzeux ; à Machemont enfin, ils reposent sur des couches de lignites et sur un dépôt assez épais de sables siliceux, de marnes et de calcaires. Dans toute cette région, ils sont à fleur du sol ou recouverts par les couches à *Nummulites lævigata*.

Sablière de Clairoux. — Le sable est friable et verdatre dans sa partie supérieure, jaunâtre et durci dans le bas ; il présente vers le haut une couche de fossiles que sa hauteur au-dessus de la route n'a pas permis d'examiner de près : c'est l'horizon de la *Nummulites planulata*. Une assise de grès sépare cette zone du reste de la masse, qui présente elle-même quelques rares fossiles du niveau de Cuise-la-Motte ; la présence de cailloux dans la partie tout à fait inférieure, et de valves isolées d'une *Huttre* semblable à l'*Ostrea varilamella*, rappelle les couches et les

Huttes analogues de Laon (1). Le tout est recouvert d'un loess sableux qui n'a pas moins de 5 à 8 mètres d'épaisseur.

Sablère de Machemont. — La masse énorme de sable qui constitue la hauteur au-dessus de Machemont, est plus chargée de mica et plus généralement verdâtre; elle offre un grand développement de concrétions à différents niveaux, concrétions de toutes formes, depuis des rognons tuberculeux ou aplatis, isolés ou en amas, jusqu'à des couches de grès mamelonnés qui présentent un certain aspect de régularité. On n'y trouve d'autres fossiles que la *Nummulites planulata*, dont la zone si constante affecte toujours les bancs supérieurs des sables du Soissonnais.

Couche à Nummulites lævigata, au Mont Ganelon. — Le développement le plus classique de cette seconde zone nummulitique se trouve sur le plateau du Mont Ganelon, que la Société avait traversé le matin pour se rendre de Compiègne à Machemont. Cuvier et Brongniart ont observé et décrit ce gisement (2); M. Graves énumère les couches de bas en haut, de la manière suivante (*loc. cit.*, p. 325) :

Calcaire blanc, brisé en fragments, appelé <i>tuf</i> par les ouvriers.	2,00
Calcaire jaunâtre, brisé en fragments plus gros, épais de 2 mètres au centre de la masse, finissant en biseau sur les bords	2,00
Sable jaunâtre avec <i>Nummulites</i>	1,30
<i>Banc de volée</i> pétri de <i>Nummulites</i>	0,30
Sable blanc	1,00
<i>Banc franc</i> ou pierre de Ganelon	0,50

La *Nummulites lævigata* s'y accompagne de ses deux variétés : *Nummulites scabra* et *Lamarekii*.

Calcaire grossier, à Machemont et à Montigny. — Les couches à *Nummulites lævigata* de Machemont sont recouvertes par une série d'assises qui constituent avec elles le sol de tout le plateau environnant; leurs surfaces déchiquetées portent l'empreinte des agents atmosphériques. M. Graves énumère de bas en haut les couches suivantes (*loc. cit.*, p. 321) :

(1) D'Archiac, *Descript. géol. du département de l'Aisne*, p. 447.

(2) *Descript. géol. des environs de Paris*, p. 65 et 226, 1834.

Calcaire à Nummulites, dur, un ou deux bancs, selon les ateliers.

Calcaire dit *grosse pierre*, ce qui signifie à gros grain et à tissu lâche.

Il est rempli de *Cerithium giganteum*, *Chama calcarata*, *Cardium porulosum*, *Turritella imbricata*, *Natica petita*, etc., etc., à l'état de moule; on en compte neuf bancs, dont l'épaisseur totale varie de 4 à 5 mètres.

Calcaire dit *Pierre fine*, ce qui veut dire aisée à tailler. Il est tendre, et les moules de coquilles, peu distincts, sont fondus dans la masse; sa coloration a un reflet verdâtre. Cinq bancs épais de 60 centimètres environ chacun, ou 3 mètres en tout.

Calcaire dit *Pierre commune*, dur, avec de nombreux moules de fossiles, mais plus de Cérites géants; on en compte six bancs réguliers épais chacun de 65 à 70 centimètres.

Au-dessus de ceux-ci, les autres bancs sont brisés en fragments qui diminuent de volume en approchant de la superficie.

La puissance totale du groupe peut être évaluée ici de 45 à 46 mètres.

Quelques excavations de date récente ont permis de retrouver immédiatement au-dessus des Nummulites la couche à *Dentalium strangulatum*, laquelle forme à ce niveau un horizon très remarquable par sa constance dans les départements de l'Aisne et de l'Oise (1).

Une nappe superficielle de blocs de grès disséminés sur les plateaux témoigne de l'existence, à cette hauteur, des grès et des sables moyens dont les parties sableuses ont été entraînées par les eaux.

Sables, marnes et calcaires lacustres, à Machedont. — Nous avons dit que la glauconie moyenne de Machedont laissait apercevoir vers le bas, sur l'un des flancs de la colline, des indices certains de la formation marno-charbonneuse, et que sur un autre point, à l'entrée du village, au-dessous de l'église, elle recouvrait une masse de sables et de marnes blanchâtres sans fossiles. Ces marnes et ces sables ont été signalés et décrits par M. Hébert en 1854, et rapportés par lui à la formation lacustre de Rilly (2). « La rue, » dit-il (*loc. cit.*, p. 649), « qui descend du village à la route, à l'ouest de l'église, » coupe une assise de 40 mètres au moins d'épaisseur d'une » marne calcaire évidemment d'origine lacustre, de couleur

(1) Graves, *Essai sur la topog. géogn. du départ. de l'Oise*, p. 642, et d'Archiac, *Descript. géol. du départ. de l'Aisne*, p. 135-140.

(2) *Bull.*, 2^e série, t. XI, p. 647, juin 1854.

» gris blanchâtre ou jaunâtre, dure, compacte ou vacuolaire à
 » la partie supérieure; tendre à la partie moyenne; blanche,
 » sableuse et onctueuse à la partie inférieure. Elle ne renferme
 » pas de traces de fossiles, ou du moins je n'ai pu en aperce-
 » voir; mais il est impossible, quand on a examiné les divers
 » gisements des marnes à *Physa gigantea*, de ne pas recon-
 » naître ces marnes dans celles de Macheumont. » Et quelques
 lignes plus loin, p. 650 : « Ces marnes calcaires, à Mache-
 » mont, reposent sur des sables sans fossiles qui n'ont ni la
 » blancheur, ni la pureté de ceux de Rilly, au moins dans les
 » parties extérieures, exposées aux infiltrations et aux rema-
 » niements, les seules qui soient visibles. »

Cette coupe a montré la présence des lignites avec leurs fossiles au-dessus des calcaires ci-dessus décrits et au-dessous des sables glauconieux à *Nummulites planulata*; mais on n'a pu observer les sables inférieurs aux calcaires et marnes lacustres, dont MM. Graves et Prestwich ne reconnaissent nullement l'identité avec ceux de Rilly, contrairement à l'opinion de M. Hébert.

Marnes vertes, à la ferme d'Attiche. — Les bancs supérieurs du calcaire grossier de Macheumont se prolongent jusque vers le milieu d'une butte, qui porte la ferme d'Attiche; ils disparaissent sous une nappe superficielle de galets, de grès et de silex à surfaces érodées; ces galets sont cimentés sur certains points, et constituent des poudingues très durs; ils rappellent trop bien les couches caillouteuses observées par M. Graves dans les grès et sables moyens dits de Beauchamp à Boubiers, à Chaumont, à Bouconviillers (1), etc., et indiquées déjà par Cuvier et Brongniart à Pierrelaie (2), pour qu'on doute du groupe auquel ils se rattachent. Une masse d'argile verdâtre, marbrée de jaune, et n'ayant pas moins de 10 à 15 mètres d'épaisseur, forme près de la ferme un talus couvert de pâturages.

Le contact de l'argile et du calcaire grossier n'est pas apparent; les relations des galets avec l'argile ne sont pas nettes,

(1) *Loc. cit.*, p. 473-476.

(2) *Descript. géol. des environs de Paris*, 1834, p. 72.

en sorte qu'il est difficile de déterminer en ce point la vraie succession des couches. Les galets et les poudingues sont-ils inférieurs à la masse argileuse ou n'en forment-ils que le toit? M. Graves, croyant à la superposition immédiate de l'argile sur le calcaire, la regarde comme correspondant à l'étage supérieur du calcaire grossier, et la rattache malgré son homogénéité et sa grande puissance aux caillasses du Valois et du Vexin (1). M. C. Pouillaude, qui avait visité la butte d'Attiche deux ou trois mois auparavant, affirme qu'il a vu les poudingues au-dessous des argiles; dans ce cas, ces dernières seraient les analogues de celles de Fleurines, analogie que leur proximité topographique, l'identité de leurs caractères pétrographiques, et aussi la coexistence de cailloux de silex à leur base, pourraient justifier. Quoi qu'il en soit, l'intervalle géognostique qui sépare les marnes appartenant au calcaire grossier des argiles dépendant des grès et sables moyens, est de nature à diminuer singulièrement l'importance de la discussion.

Calcaire grossier, à Attiche et à Ribécourt. — Une carrière de calcaire grossier est ouverte sur un versant du tertre d'Attiche; elle supporte la masse des cailloux roulés et aussi des blocs plus considérables de grès, qui offrent l'aspect d'une couche démantelée sur place; les décombres de la partie supérieure de la carrière rendent ces contacts peu distincts; les couches exploitées sont le prolongement de celles de Montigny, les Cévites abondent dans les assises supérieures.

La Société, en se rendant d'Attiche à la station de Ribécourt, d'où elle devait revenir à Paris, a retrouvé les différentes couches de glauconie qu'elle avait remontées depuis Machemont (2); elle a observé non loin de Ribécourt une agglomération prodigieuse d'individus de la *Nummulites lavigata* et de ses variétés, remarquables par leurs dimensions; la nature friable de la couche et la richesse du gisement lui ont permis d'en faire une récolte abondante et facile.

A la suite du résumé qui précède, M. Triger dit que les

(1) *Loc. cit.*, p. 425.

(2) Graves, *loc. cit.*, p. 288.

dépôts de la butte Saint-Christophe lui ont rappelé sous plusieurs rapports ceux qui constituent certains bassins tertiaires de la Sarthe. Ainsi, il y a observé des grès avec des empreintes végétales, analogues à celles des grès de Saint-Aubin et de Saint-Pavace, près du Mans. La présence de Paludines, de Lymnées pareilles, et surtout du *Cyclostoma mumia* dans les calcaires superposés aux sables, dans la Sarthe comme aux environs de Pont-Sainte-Maxence, la ressemblance minéralogique des meulièrees exploitées à Vilaines-sur-Huisne avec celles de la Brie, les caractères tout spéciaux qu'il a d'ailleurs trouvés aux sables de Fontainebleau et aux calcaires de Beauce observés dans la course à Étampes, le déterminent à regarder comme évidemment différents de ces dernières formations les sables et les calcaires d'eau douce de la Sarthe, qu'il serait plutôt disposé à rapporter aux sables de Beauchamp et au calcaire de Saint-Ouen, si même ils ne sont plus anciens, puisque ces sables reposent sur des argiles blanches et grises rappelant l'argile plastique par l'emploi qui s'en fait pour la poterie, et même par la présence d'empreintes végétales.

M. A. Dumont approuve d'autant plus cette nouvelle manière de voir qu'il avait déjà, dans une visite des lieux faite avec M. Triger, cru devoir rapporter aux sables de Beauchamp et au calcaire de Saint-Ouen les dépôts tertiaires de la Sarthe dont il s'agit.

M. Hébert, tout en reconnaissant les analogies signalées par MM. Triger et Dumont, et qu'il avait indiquées lui-même dans une note lue à la Société au mois de juin précédent, trouve dans les traits de ressemblance que présentent certaines couches du bassin de Paris des motifs suffisants pour laisser subsister quelques doutes et provoquer de nouvelles études sur les terrains tertiaires de la Sarthe.

M. P. Michelot fait la communication suivante :

Note sur le calcaire grossier du bassin de Paris, par M. Paul Michelot, ingénieur des Ponts et Chaussées.

Bien que le calcaire grossier parisien ait été souvent décrit, soit dans son ensemble, soit par localités, la Société trouvera peut-être quelques aperçus nouveaux dans le résumé rapide des observations

nombreuses et précises que j'ai été conduit à faire sur ce terrain, dans le cours des Recherches sur les matériaux de construction, dont je suis chargé depuis quatre ans par l'Administration des Ponts et Chaussées. Ce résumé n'est, du reste, que la reproduction de notes dont MM. les ingénieurs Bayle et de Chancourtois m'ont fait l'honneur de se servir, dès 1853, pour leurs leçons à l'École des Ponts et Chaussées et à l'École des Mines.

Le calcaire grossier est, au point de vue pratique, l'étage le plus important du bassin de Paris par les nombreuses carrières de pierres de taille qui y sont ouvertes, comme il est le plus intéressant aux yeux du paléontologiste par les innombrables fossiles qu'il renferme; c'est en même temps le plus difficile à étudier, à cause des couches multipliées dont il se compose, couches dont le nombre et l'épaisseur ne varient pas moins que la structure minéralogique. Ces couches n'existent jamais toutes réunies dans une même localité; quelques-unes manquent ou se confondent ensemble, tandis que plusieurs se développent et se subdivisent; mais elles se superposent toujours dans le même ordre et avec les mêmes groupes de fossiles.

Brongniart et Cuvier y ont établi quatre divisions, qu'on peut conserver en les précisant davantage, savoir :

- 4^e Marnes ou Caillasses,
- 3^e Calcaire grossier supérieur ou à Cérîtes,
- 2^e Calcaire grossier moyen ou à Billiolites,
- 1^e Calcaire grossier inférieur ou à Nummulites.

Je les décrirai succinctement en indiquant les bancs qui sont exploités pour les constructions, et les principaux fossiles qui les caractérisent.

1^o *Calcaire grossier inférieur.* — Ce calcaire a été nommé glauconie grossière ou calcaire glauconieux, parce qu'il est souvent mêlé de grains de glauconie ou de silicate de fer, les uns d'un vert foncé, les autres d'un vert clair; il est caractérisé en masse par la *Nummulites lævigata* dans le bas et par le *Cerithium giganteum* dans le haut. Lorsqu'il est complètement développé, on peut y faire trois sous-divisions bien distinctes : le calcaire à Nummulites dans le bas, le calcaire de Saint-Leu au milieu, et le calcaire à Verrains ou *Cerithium giganteum* dans le haut.

Je vais donner quelques détails sur chacune de ces subdivisions, que j'ai adoptées dans mes coupes et mes tableaux statistiques, comme étant très commodes pour la recherche et le classement des matériaux.

Calcaire à Nummulites. — Les couches à Nummulites sont surtout développées dans le Soissonnais et le Laonnais; elles y sont souvent formées d'un sable calcaire jaunâtre, peu chlorité, et le sol est alors couvert de *Nummulites levigata*, *numismatis* et de plusieurs autres espèces. On exploite des pierres tendres à Brie et dans les autres communes au nord de Laon. C'est au même horizon qu'appartiennent les pierres dures de Festieux, à l'est de Laon; du mont Ganelon, près Compiègne; de Champagne et de Nesles (canton de l'Île-Adam); les ouvriers les nomment quelquefois *pierres à liards*.

On trouve vers le bas de ces couches une masse de grandes bivalves (Carrières Saint-Denis, Chaumont-en-Vexin, la Ferté-Milon), telles que *Cardium hippocorum* et *porulosum*, et *Chama calcarata*; et dans le lit tout à fait inférieur, *Pecten solca*, *Turbinolia elliptica* et *Lunulites urceolata*, petit polypier en forme de dé à condre; ces derniers bancs renferment beaucoup de grains de quartz assez gros et forment quelquefois une sorte de Poudingue. On observe souvent à leur contact avec la partie supérieure des sables du Soissonnais une couche de sable quartzeux, mêlé de petits silex noirs roulés et contenant des dents de squalé (Autueil, Carrières-Saint-Denis, Longuesse près Vigny).

Calcaire de Saint-Leu. — Aux environs de Creil, les couches qui succèdent aux bancs à Nummulites sont formées d'une pierre fine et grasse, d'une teinte jaune, où de nombreux moules de coquilles sont fondus dans la masse; cette pierre, très tendre mais très durable lorsqu'elle a jeté son eau de carrière, est connue sous le nom de Saint-Leu, et s'exploite tant dans les carrières de cette localité, où la masse a 8",00 d'épaisseur, que dans celles de Saint-Maximin, de Pont-Sainte-Maxence et autres des vallées de l'Oise et de ses affluents. Dans le reste du bassin, ces couches sont peu développées, et leur aspect est souvent tout autre; c'est ainsi qu'à Carrières-Saint-Denis, elles sont représentées par 2",00 environ de plaquettes rougeâtres et glauconieuses d'un calcaire dur, alternant avec des couches sableuses; à l'Île-Adam, elles donnent une pierre fine et dure, connue sous le nom de Roche des Forgetts; à Liencourt près Gisors, le calcaire de Saint-Leu est en bancs solides, séparés par des couches sablenses, dans lesquelles on recueille de très beaux exemplaires de *Corbis pectunculus* et *lamellosa*, de *Lucina gigantea* et *contorta*, etc. Les couches moyennes du gisement fossilifère de Chaumont-en-Vexin et les couches inférieures de Grignon appartiennent au même niveau. A Pont-

Sainte-Maxence, on y trouve des moules de *Nautilus Lamarckii* et *umbilicaris*; le sable dolomitique, signalé au même lieu par M. de Verneuil, occupe aussi la place du Saint-Leu.

Calcaire à Verrains. (*Cerithium giganteum.*) — Dans toutes ces localités, les bancs de Saint-Leu sont recouverts de bancs solides et très coquilliers à *Cerithium giganteum*, *Turritella imbricata*, *subifera*, *terbellata*, *Crassatella tumida*, etc. Ces bancs se nomment Saint-Jacques à Paris, Turlu à Saint-Leu; dans l'Aisne et l'Oise, on les appelle bancs de Verrains, du nom que les ouvriers donnent aux moules nombreux de *Cerithium giganteum* qui s'y trouvent.

Les bancs de Verrains sont très développés aux environs de Crépy-en-Valois et de Villers-Cotterets, dans les cantons de Ribécourt et d'Attichy (Oise), autour de Saint-Gobain, et depuis Laon jusqu'à Soissons. Ils fournissent une pierre blanche, fine, peu solide et moins estimée que le Saint-Leu, et prennent les noms de Bancs de volée, d'Étanfiche et de Sous-pieds, empruntés au mode d'extraction; la roche de Moloy, près de la Ferté-Milon, appartient encore aux bancs de Verrains.

Dans le nord-ouest du bassin de Paris, qui forme le Vexin français, le calcaire grossier inférieur ne forme généralement qu'une seule masse, sans divisions tranchées dans sa structure, bien que la distribution des fossiles y soit la même. C'est cette masse que l'on exploite à Chérence, Vallangoujard, Tessancourt et Saillancourt. Dans ces dernières carrières on trouve, au-dessous du calcaire à Miliolithes, 6^m,00 d'épaisseur d'une roche rougeâtre, grüne, composée d'éléments très divers, agglutinés par un ciment calcaire à la manière des grès: on y voit, suivant la remarque de Brongniart et Cuvier, des débris de coquilles, des coquilles entières et des polypiers, du sable calcaire, du sable siliceux, des grains de quartz translucides et beaucoup de grains verts glauconeux. On y trouve, dans le haut, des moules de *Cerithium giganteum*, puis beaucoup d'*Echinolampas similis*, des Orbitolithes, des dents de squalé, et vers le bas la *Turbinolia elliptica*.

Les couches à *Cerithium giganteum* se trouvent avec le même aspect, quoique moins développées, jusqu'à Pontoise, à la carrière du chemin de fer, et l'on peut les suivre à la base des exploitations de Carrières-Saint-Denis et du Bas-Meudon. Dans la plaine, au sud de Paris, le banc Saint-Jacques est plus compacte et entièrement calcaire; mais il est criblé de moules de coquilles, parmi lesquelles abondent ceux de *Crassatella tumida*. En creusant les puits pour l'argile plastique, on trouve à Gentilly et à Vaugirard,

au-dessous du Saint-Jacques, des sables glauconieux, avec quelques bancs solides renfermant des Nummulites.

Comme on le voit, le calcaire grossier inférieur varie beaucoup de consistance et de structure minéralogique, dans l'étendue du bassin de Paris; il en fournit les pierres les plus denses, telles que celles de Vallangouard, pesant 2 700 kilog. le mètre cube, et souvent il forme des sables très coulants; vers la limite orientale, il se trouve à l'état de sable marneux et les fossiles sont parfaitement conservés, comme à Fleury-la-Rivière et à Damery, près Épernay, où les gisements représentent d'ailleurs les divers étages du calcaire grossier et même, en quelques points, les sables de Beauchamp.

2° *Calcaire grossier moyen.* — Cet étage est souvent appelé Calcaire à Miliolites, à cause du nombre prodigieux de ces fossiles qu'on y voit et dont il semble quelquefois entièrement composé; ses bancs sont peu épais, mal agrégés et souvent même sableux, dans le département de l'Aisne et dans le Valois. C'est sur les bords de l'Oise et de ses affluents, la Brèche et le Thérain, vers leur réunion, qu'ils ont le plus d'épaisseur et de consistance: on les désigne souvent sous le nom de vergelé, qui indique un calcaire grenu, résistant quoique tendre, ce que les carriers appellent une pierre maigre et non gélive; ce calcaire est généralement d'un blanc jaunâtre et souvent rubané de teintes de rouille plus ou moins foncées; les meilleurs vergelés s'exploitent à Saint-Maximin, en face de Saint-Leu, au-dessus des carrières souterraines qui donnent la pierre grasse; puis à Saint-Waast-lès-Mello, Monchy-Saint-Éloi et autres localités voisines de Creil; on en tire aussi de bons à Saint-Gervais et Nucourt, près Magny, où la pierre est très fine; les carrières de Pont-Sainte-Maxence, de Méry, et autres de la Basse-Oise, ont aussi beaucoup d'activité; mais leurs vergelés sont moins estimés, bien que préférables encore à ceux de Carrières-Saint-Denis, de Nanterre, et de la Plaine au sud de Paris, qu'on appelle Lambourdes.

Les bancs inférieurs des vergelés sont souvent coquilliers et quelquefois assez durs pour prendre le nom de Roche, comme dans les carrières de Poissy. Le banc supérieur est fréquemment plus plein et moins grenu, et prend alors le nom de Banc royal, comme à Conflans-Sainte-Honorine, à Méry-sur-Oise, à Silly-la-Poterie, près la Ferté-Macan, à Montrouge et à Genilly; à Saint-Maximin, il a plus de solidité et s'appelle demi-roche. Ce banc est ordinairement coquillier et se reconnaît à l'abondance des *Orbitolithes planus*, *Terebratulum convolutum* et *Cœclium occidentale*, qu'on ne re-

trouve guère au-dessus. Comme ce banc supérieur donne le plus souvent une nature de pierre bien distincte, je l'ai distingué dans mes coupes par le nom de Calcaire moyen royal, en réservant aux autres bancs le nom de Calcaire moyen vergelé.

3° *Calcaire grossier supérieur*. — On donne souvent à cet étage le nom de Calcaire à Cérîtes, à cause de la multitude de ces fossiles qu'il renferme dans certains de ces bancs. Son épaisseur est généralement peu considérable; les bancs, souvent nombreux et plus distincts que ceux des étages précédents, sont alternativement solides, sableux et marneux. On peut les partager en deux groupes: celui du Banc vert avec les couches accessoires, et celui de la Roche et des Bancs francs.

Banc vert et couches accessoires. — Ce groupe est répandu dans toute l'étendue du bassin de Paris avec des caractères presque semblables et tout à fait singuliers. Il se compose, en effet, de couches marneuses, qui paraissent produites par un mélange d'eaux douces et marines, intercalées entre deux bancs solides d'un calcaire entièrement marin. Ces deux derniers bancs, pareils par leur aspect minéralogique et leurs principaux fossiles, ne se reconnaissent que par leur position relative; ils sont tous deux d'une teinte blanche, le plus souvent coquilliers, quelquefois durs et imprégnés de silice, et fournissent les meilleures pierres du bassin de Paris; leur fossile le plus caractéristique est la *Turritella fasciata*, qui s'y montre avec les *Cerithium angulosum*, *interruptum*, *denticulatum*, *calci-trapoides* et autres, qui vont se multiplier dans les couches suivantes.

L'importance de ces deux bancs m'a engagé à les distinguer dans mes coupes en donnant au supérieur le nom de Cliquant, qu'il porte auprès de Paris, et à l'inférieur, celui de Saint-Nom, de l'une des localités bien connues où il est le mieux caractérisé.

C'est au Cliquant que se rapportent les meilleures Roches de l'Aisne, telles que celles de Laversine et de Villers-la-Fosse, les Roches du haut de Crouy, près de Soissons, et de Puiseux, les liais et cliquarts de Vaugivard, Bagneux et Créteil, le banc gris de Vitry. Dans les anciennes carrières sous Paris, ce banc se développe en trois couches distinctes, appelées cliquant, liais et gros banc.

Le banc inférieur, moins constamment dur que le précédent, et quelquefois à l'état de vergelé près de Paris, donne encore, outre la roche de Saint-Nom, celles de Passy et de Saint-Maximin, les

Roches du bas de Crouy et de Puisieux, les liais de Montesson et de Carrières-Saint-Denis.

Entre les deux bancs à *Turritella fasciata* existe ce mélange de bancs marins et d'eau douce, dont le principal a été appelé Banc vert dans un grand nombre de localités; c'est un banc marneux, généralement compacte et rempli de *Cerithium lapidum*, quelquefois assez dur et assez épais pour être exploité comme pierre de taille (pierre des Blancs-Soleils, au-dessus de Limay, et de Fontenay-Saint-Père), et quelquefois assez argileux pour donner de la chaux moyennement hydraulique, comme à Ivry et Gentilly. Le Banc fin de Crouy, de Valsery et d'autres carrières du Soissonnais se rapporte également au Banc vert.

Au-dessous du Banc vert se trouve d'abord une couche argileuse, contenant souvent de nombreuses coquilles écrasées, notamment des Lucines, des empreintes végétales, des bois carbonisés et qui passe à Vaugirard, Senlis et ailleurs, à un véritable lignite; cette couche, épaisse de 1^m,50 à Passy, où nous avons recueilli des espèces nouvelles de Lucines, voisines de *L. elegans* et de *L. contorta*, est solide à Nanterre, où elle est exploitée comme pierre, sous le nom de Roche. Au-dessus soit de cette couche argileuse soit même du banc inférieur à *Turritella fasciata*, existe un autre banc souvent très mince et contenant une faune toute spéciale concentrée quelquefois dans le lit supérieur du banc dur contigu; on y trouve les *Cerithium cinctum*, *interruptum*, *serratum*, *mutabile* et d'autres fossiles, dont plusieurs n'appartiennent pas aux autres couches du calcaire grossier, mais à celles des sables de Beauchamp et même d'assises plus élevées dans la série tertiaire. Ce banc est en sable à Maule, à Carrières-sous-Poissy, à Passy et dans quelques autres points où l'on peut recueillir les coquilles en nature. Au-dessus du Banc vert se trouve une autre couche quelquefois liée avec ce banc et qui paraît entièrement d'eau douce, car elle renferme exclusivement des fossiles lacustres et terrestres, Lymnées, Paludines, Cyclostomes; on l'observe à Laversine, à Valsery près Cœuvres, et à Puisieux, où l'on en fait de mauvais pavés, aux Blancs-Soleils au-dessus de Limay, à Sergy près Pontoise, etc. Nous y avons vu, à Passy, des Planorbes et des graines de Chara, et nous l'avons trouvée à l'état de sable marneux à Vendresse (Aisne), où elle nous a fourni des coquilles très bien conservées; à Saint-Maximin et en d'autres points, les *Cyclostoma numia* sont concentrés dans une couche distincte. Enfin il est très ordinaire, lorsque ses couches accessoires sont nulles ou peu développées, de

trouver le Banc vert entre deux couches d'argile d'un vert foncé, qui constituent même quelquefois à cette hauteur un petit niveau d'eau. L'on a souvent cité les empreintes végétales du Banc vert, et l'on sait qu'on trouve également dans ce système de couches des débris de poissons et de mammifères, particulièrement de *Lophiodon* (Nauterre, Passy, Damery, Brasles).

Roches et Bancs francs. — Au-dessus du système que je viens de décrire avec quelques détails parce qu'il présente le repère le plus constant dans le calcaire grossier parisien, se montrent dans le plateau sud de Paris une suite de bancs de calcaire marin plus ou moins durs, séparés par des couches de sable calcaire plus ou moins marneux. Ces bancs, connus sous la désignation commune de Bancs francs, sont tous plus ou moins coquilliers et renferment surtout des *Cerithium denticulatum, cristatum, angulosum*, et autres à spires aiguës; les plus coquilliers se nomment Grignards; quand ils sont durs, on les donne comme Roche, et comme Banc royal quand ils joignent à une dureté moyenne un grain plus égal, une teinte plus blanche et plus de hauteur d'assise. Ces bancs sont souvent gélifs, bien qu'on les emploie beaucoup dans les constructions. Dans les coupes complètes, les Bancs francs sont recouverts par un banc plus dur, devenant par endroit très compacte, et coquillier surtout dans son lit supérieur; dans ce lit, aux Cérîtes précédemment nommés, aux *Natica mutabilis, Lucina saxorum* et autres fossiles des Bancs francs, viennent se joindre *Cerithium lapidum* et *Cyclostoma munita*; ce banc, très estimé des constructeurs parisiens, mais presque épuisé aujourd'hui, est la roche de Bagueux, d'Arcueil et de la Butte-aux-Cailles à Gentilly. On retrouve les Bancs francs autour de Senlis, où ils sont employés à la cuisson de la chaux célèbre de cette localité et donnent la pierre dure de Montlévéque. Sur beaucoup d'autres points, ils ne sont que peu développés ou même paraissent manquer entièrement, et c'est sur le Cliquant, supérieur au Banc vert, que repose l'étage suivant.

4^e *Caillasses.* — Les ouvriers de Paris et de beaucoup d'autres lieux appellent Caillasses, à cause des couches compactes qu'il renferme, l'ensemble de couches calcaires, siliceuses et quelquefois magnésiennes, qui se trouvent à la partie supérieure du calcaire grossier et qu'on peut partager en deux sous-divisions: la première renfermant des fossiles la plupart analogues à ceux de la Roche, et la seconde sans fossiles.

Caillasses coquillières. — A la partie inférieure appartient le banc solide, rougeâtre et pétri de *Corbula anatina*, qu'on nomme Rochette; ce banc est séparé de la Roche de Paris par plusieurs

couches de sables et de marnes, lorsque la coupe est complète; quelquefois il lui est immédiatement superposé; il est aussi fréquemment recouvert d'une couche marneuse, appelée Pain-d'épice par les ouvriers et d'où l'on peut détacher des tests bien conservés d'*Anomia*, de *Cytherea elegans*, de *Corbula auatina*, de *Cerithium lapidum, cristatum, echidnoides*, etc. C'est à ce niveau, ou à celui du Banc vert, que l'on doit rapporter certains bancs très répandus, dans l'Aisne surtout, où les coquilles silicifiées forment des plaques translucides et renferment, avec des Cérites divers, des Paludines et autres fossiles d'eau douce; on voit ces bancs au-dessus des carrières et à la surface du sol autour de Laversine, de Silly-la-Poterie, de la Ferté-Milon et dans bien d'autres localités.

Caillasses sans coquilles.—La partie supérieure des Caillasses est formée d'alternances de calcaires compactes, plus ou moins siliceux, ressemblant tout à fait aux calcaires d'eau douce, de lits d'argile brune ou verte, de sables calcaires ou siliceux, tantôt jaunâtres, tantôt blancs, souvent concretionnés et passant à des plaques de silex corné, de marnes fissiles se fendant avec des surfaces jaunâtres, couvertes de dentrites noires, de marnes grisâtres d'un aspect dolomitique et susceptible de donner des chaux très hydrauliques, enfin vers le haut de calcaire crayeux très blanc, appelé Tripoli de Nanterre, à cause de l'usage qu'on en fait. Depuis longtemps Brongniart et Cuvier ont décrit les cristaux singuliers et les pseudomorphoses de gypse que présentent certaines couches des Caillasses, et ils ont fait remarquer la constance de certains lits très minces d'argile ou de silex carié, qui se retrouvent et paraissent se suivre dans une grande partie du bassin de Paris; cet étage, où l'on compte à Vaugirard, par exemple, dix-huit couches parfaitement distinctes, ne présente du reste aucun intérêt au point de vue des applications. Il suffira de remarquer, en terminant, qu'à Passy, à Vaux près Triel, et dans beaucoup d'autres points où manquent les Bancs francs, la Roche et les Caillasses coquillières, ce sont les Caillasses sans coquilles qui reposent directement sur le système du Banc vert. Il semblerait donc préférable de faire de ces dernières une sous-division spéciale, en réunissant les Caillasses coquillières au calcaire grossier supérieur.

Je terminerai cette note par un tableau des sous-divisions du calcaire grossier avec l'indication de leurs épaisseurs extrêmes, déduites de la comparaison de plus de 200 coupes exactes et détaillées, relevées dans cet étage du bassin de Paris. Je tiens d'ailleurs à faire observer que je n'attache pas à ces sous-divisions

d'importance scientifique, mais qu'une longue expérience m'a démontré qu'elles étaient commodés pour l'étude et utiles dans la pratique. J'ajouterai qu'à considérer le calcaire grossier dans son ensemble et à un point de vue plus général, il conviendrait d'y faire seulement deux sections, en réunissant dans la première le calcaire grossier inférieur et le calcaire grossier moyen, qui sont l'un et l'autre exclusivement marins et qui ont beaucoup de fossiles communs; et dans la seconde le calcaire grossier supérieur et les Caillasses, qui ont dû être également formés par l'action alternante ou simultanée d'eaux douces et marines.

Caillasses du calcaire grossier.	Caillasses sans coquilles (tripoli de Nanterre).	0m,60 à 6m,00.
	Caillasses coquillères (Rochette).	0m,50 à 2m,00.
Calcaire grossier supérieur, à Cérites.	Roche (de Paris).	0m,25 à 1m,00.
	Bancs-francs (de Paris).	1m,00 à 4m,00.
	Cliquart (roches du haut de l'Aisne).	0m,60 à 4m,00.
	Banc vert (et couches accessoires).	1m,00 à 6m,00.
	Saint-Nom (roches du bas de l'Aisne).	0m,50 à 1m,00.
Calcaire grossier moyen, à Miliolites.	Banc royal.	0m,50 à 2m,50.
	Vergelés (Lambourdes).	1m,00 à 40m,00.
Calcaire grossier inférieur, à Nummulites.	Bancs à Verrains (<i>Cerithium giganteum</i>).	0m,60 à 6m,00.
	Saint-Lou (roche des Forêts).	2m,00 à 10m,00.
	Bancs à Nummulites (<i>Nummulites laevigata</i>).	1m,00 à 12m,00.

Aucune autre communication n'étant à l'ordre du jour et la Société ayant rempli le programme d'excursions arrêté dans la séance du 2 septembre, M. le Président met aux voix la clôture de la session extraordinaire de 1855, qui est décidée à une grande majorité.

M. le Président déclare la session close et adresse à M. Hébert les remerciements de la Société pour le zèle qu'il a mis à la guider dans ses courses.

Sur la proposition de M. Élie de Beaumont, des remerciements sont également votés à M. A. Dumont, président, et aux autres membres du bureau.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

A. DE LA MARMORA. — Sur la carte géologique de la Sardaigne.	44
CH. LORY. — Note sur le terrain nummulitique du département des Hautes-Alpes.	47
D'OMALUS D'HALLOY. — Éjaculations de roches menbles.	36
DE ROYS. — Observations sur la communication précédente.	42
CORNUEL. — Sur la découverte de plusieurs coquilles d'eau douce dans le terrain néocomien de la Champagne	47
MEUGY. — Sur les caractères du terrain de craie dans les départe- ments du Nord, de l'Aisne et des Ardennes. (Pl. I.)	54
BOURJOT. — Note sur le terrain de transition des Pyrénées, et plus particulièrement de la vallée d'Ossau	68
TRIGER. — Sur l'oolithe inférieure d'Angleterre et celle du départe- ment de la Sarthe	73
E. HÉBERT. — Note sur le terrain jurassique du bord occidental du bassin parisien	79
E. RENEVIER. — Parallélisme des terrains crétacés inférieurs de l'ar- rondissement de Vassy (Haute-Marne) avec ceux de la Suisse occidentale	89
E. RENEVIER. — Étude stratigraphique du terrain nummulitique des Alpes vaudoises et valaisanes	97
LA SOCIÉTÉ. — Nomination du bureau pour 1855	106
A. BOBE. — Extrait d'une lettre sur l'ancienneté des éruptions volca- niques	109
ABICH. — Notes géologiques sur diverses parties de la Russie.	115
KÖRCHLIN-SCHLUMBERGER. — Sur deux variétés d' <i>Ammonites</i> . (Pl. II et III).	118
H. COQUAND. — Description géologique du terrain permien du départe- ment de l'Aveyron et de celui des environs de Lodève (Hérault). (Pl. IV.).	128
TH. ÉBRAY. — Note sur les bancs pourris des carrières des Deux- Sèvres et de la Vienne.	152
J. BARRANDE. — Sur les <i>Ascoceras</i> , prototype des Nautilides. (Pl. V.).	157
DE ROUVILLE. — Découverte d'un nouveau gisement de poissons fos- siles à Beaufort, près de Crest (Drôme)	178
CASIANO DE PRADO. — Sur la géologie d'Almaden, d'une partie de la Sierra-Morena et des montagnes de Tolède. (Pl. VI.).	182
<i>Soc. géol., 2^e série, tome XII.</i>	86

ROZET. — Mémoire géologique sur les Alpes françaises. (Pl. VII.)	204
SCIPION GRAS. — Sur la constitution géologique du terrain anthracifère alpin et les différences qui le séparent du terrain jurassique. (Pl. VIII et IX.)	255
LE TRÉSORIER. — Compte des recettes et des dépenses de 1854.	288
LE TRÉSORIER. — Présentation du budget des recettes et des dépenses pour 1853	297
DAUBÉE. — Recherches sur la production artificielle des silicates et des aluminates par la réaction des vapeurs sur les roches.	299
ALBERT GAUDRY. — Analyse des relations publiées sur les éruptions volcaniques de l'île d'Hawaï (Sandwich).	306
CH. MARTINS. — Note sur les érosions des roches calcaires dues aux agents atmosphériques. (Pl. X.)	314
ANGE SISMONDA. — Observations sur la constitution géologique des Alpes maritimes et de quelques montagnes de la Toscane.	329
DAMOUR. — Notice sur la <i>perovskite</i> trouvée dans la vallée de Zermatt.	332
CH. GAULLARDOT. — Description géologique de la montagne appelée <i>Djebel Khaisoun</i> , au N. de Damas	338
ED. HÉBERT. — Note sur plusieurs fossiles remarquables du bassin de Paris	349
AGASSIZ. — Lettre à M. Élie de Beaumont sur le développement des êtres.	353
J. BARRANDE. — Compte rendu d'un mémoire de M. Th. Kjerulf sur le bassin silurien des environs de Christiania	356
J. DELANOUE. — Moyen simple de constater la présence du fer, de la magnésie et du manganèse dans les dolomies, les marnes et les calcaires	364
AUG. LAUGEL. — Du clivage des roches	368
L. PARETO. — Note sur le terrain nummulitique du pied des Apennins. (Pl. XI.)	370
H. COQUAND. — Note sur les lers pisolithiques de la Charente	395
LYELL. — Extrait d'un rapport sur la partie géologique de l'Exposition de New-York en 1855 (trad. par M. A. Laugel).	400
E. GUEYMARD. — Mémoire sur le platine des Alpes.	429
GREENOUGH. — Sur la géologie de l'Inde (trad. par M. Élie de Beaumont)	433
J. BARRANDE. — Remplissage organique du siphon dans certains céphalopodes paléozoïques. (Pl. XII.)	441
A. POMEL. — Notice géologique sur le pays des Beni-Bou Saïd, près de la frontière du Maroc	489
LOGAN. — Sur la formation silurienne des environs de Québec (Canada).	504
A. SISMONDA. — Sur les deux formations nummulitiques du Piémont (extrait d'une lettre à M. Élie de Beaumont)	509
CH. LORY. — Note sur les assises inférieures de la montagne de Crussol, près de Valence (Drôme).	510
E. GUEYMARD. — Note sur les gîtes de nickel dans le département de l'Isère	515
J. OMBONI. — Série des terrains sédimentaires de la Lombardie. (Pl. XIII.)	517

ÉLIE DE BEAUMONT. — Extrait de son mémoire intitulé : <i>Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans</i> , et de celui de M. de Charpentier sur les environs de Bex	534
LAUGEL. — Résumé des études de M. Studer sur les Alpes de l'Oisans	570
ALBERT GAUDRY. — Résumé des travaux qui ont été entrepris sur les terrains anthracifères des Alpes de la France et de la Savoie. (Pl. XIV.)	580
A. SISMONDA. — Note sur des fossiles trouvés par lui au col des Encombres (Savoie)	631
ALBERT GAUDRY. — Résumé des analyses faites par lui des mémoires sur les terrains anthracifères des Alpes.	636
ALBERT GAUDRY. — Table alphabétique des localités des Alpes savoyardes, suisses et françaises qui ont été plus spécialement soumises à l'observation des géologues	642
ÉLIE DE BEAUMONT. — Remarques au sujet de la carte. (Pl. XIV.)	670
J. BARRANDER. — Notice sur les flaves des bassins houillers de la Saxe, par M. le professeur Geinitz	678
D'HOMMES-FRÉMAS. — Note sur la <i>Terebratula dipha</i>	685
AMI BOUÉ. — Lettre sur de nouvelles études en Autriche.	689
G. COTTEAU. — Notice sur l'âge des couches inférieures et moyennes de l'étage corallien du département de l'Yonne.	693
G. COTTEAU. — Note sur un nouveau genre d'Échinide fossile. Genre <i>Desorella</i>	710
JULES BEAUDOUIN. — Note sur la composition des terrains de l'arrondissement de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or)	716
TRIGER. — Sur les terrains jurassiques d'Angleterre dans les environs de Weymouth (île de Portland).	723
J. DELANOÛÉ. — Sur la formation des silex	732
JULES HAIME. — Notice sur la géologie de l'île Majorque. (Pl. XV.)	734
DUCHASSAING. — Observations sur les formations modernes de l'île de la Guadeloupe.	753
ED. HÉBERT. — Note sur le terrain tertiaire moyen du N. de l'Europe. (Pl. XVI.)	760
E. BAYLE. — Observations sur la structure des coquilles des Hippurites, suivies de quelques remarques sur les Radiolites. (Pl. XVII, XVIII et XIX.)	772
JULES MARCOU. — Notes géologiques sur le pays compris entre Preston, sur la rivière Rouge, et el Paso sur le Rio-Grande del Norte.	808
JULES MARCOU. — Résumé explicatif d'une carte géologique des États-Unis et des provinces anglaises de l'Amérique du Nord. (Pl. XX et XXI.)	813
E. BAYLE. — Notice sur le système dentaire de l' <i>Anthracotherium magnum</i> , Cuvier. (Pl. XXII.)	936
DESHAYES. — Quelques observations au sujet de la famille des <i>Radistes</i> , de Lamarck	947
DR VERNUIL et BARRANDE. — Description des fossiles trouvés dans les terrains silurien et dévonien d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des montagnes de Tolède. (Pl. XXIII à XXIX.)	964

BEHOIT. — Note sur le terrain sidérolithique des environs de Montbéliard. (Pl. XXX.)	1025
STERRY-HUNT. — Observations sur les roches magnésiennes du groupe de la rivière Hudson, au Canada	1029
TH. ÉRRAY. — Note sur les spongiaires des environs de Vierzou.	1032
MARIE ROUAULT. — Notice sur quelques espèces du terrain dévonien du N. du département de la Manche	1040
P. MÉRIAN et J. KOECHLIN-SCHLUMBERGER. — Sur la formation de Saint-Cassian dans le Vorarlberg et dans le Tyrol septentrional.	1045
CH. SAINTE-CLAIRE DEVILLE. — Extrait d'une lettre à M. Élie de Beaumont sur l'éruption du Vésuve du 4 ^{er} mai 1855	1065
ED. PIETTE. — Observations sur les étages inférieurs du terrain jurassique dans les départements des Ardennes et de l'Aisne. (Pl. XXXI.)	1083
NÈRE BOUBÉE. — Comment on pourrait rendre facile et rigoureuse la détermination des roches de sédiment.	1127
V. RAULIN et J. DELBOS. — Extrait d'une monographie des <i>Ostrea</i> des terrains tertiaires de l'Aquitaine.	1144
ED. HÉBERT. — Quelques renseignements nouveaux sur la constitution géologique de l'Ardenne française.	1165
MARCEL DE SERRES. — Des végétaux fossiles des schistes ardoisiers des environs de Lodève (Hérault)	1199
SPADA LAVINI et ORSINI. — Quelques observations géologiques sur les Apennins de l'Italie centrale. (Pl. XXXII.)	1202
MICHEL FOUR. — Note sur les dépôts de fer pisiforme de la Haute-Saône	1233
KOECHLIN-SCHLUMBERGER. — Notice sur la falaise entre Biarritz et Bidart. (Pl. XXXIII.)	1235
MARCEL DE SERRES. — Des caractères et de l'importance de la période quaternaire	1237
ED. HÉBERT. — Note sur les fossiles de Montreuil-Bellay (Maine-et-Loire)	1263
Réunion extraordinaire à Paris	1269
CH. D'ORBIGNY. — Sur le calcaire pisolithique et le conglomérat placés au-dessus de la craie à Paris.	1279
JACQUOT. — Sur la place du grès d'Hettange (Moselle) dans la série liasique. (Pl. XXXIV.)	1286
LEYMERIE. — Du phénomène diluvien dans la vallée de la Garonne (Haute-Garonne). (Pl. XXXIV.)	1299
CH. D'ORBIGNY. — Coupe des couches inférieures à la 3 ^e masse de gypse, au chemin de fer de Strasbourg.	1309
MICHELOR. — Note sur le calcaire grossier du bassin de Paris.	1336

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE DOUZIÈME VOLUME.

(DEUXIÈME SÉRIE.)

Année 1854 à 1855.

A

- Asich.** Sur la géologie de l'Oural et de quelques points de la Russie, p. 115.
- Agassiz.** Transformations embryologiques, p. 355.
- Aisne.** Sur les étages inférieurs du terrain jurassique, p. 1055. — Caractères de la craie, p. 54.
- Algérie.** Sur le pays des Beni-Bou-Saïd, près la frontière du Maroc, p. 489. — Oxyde d'antimoine, p. 1059.
- Alpes.** Terrains autracifères, par M. Élie de Beaumont, p. 554, 670; — par M. Sc. Gras, p. 255; — par M. Studer, p. 570. — Résumé des travaux faits jusqu'à présent, p. 580. Sur les Alpes maritimes, p. 329. — Calcaires jurassiques des Alpes de la Savoie, p. 651. — Platine, p. 429.
- Alpes autrichiennes.** Sur la formation de Saint-Cassian, dans le Vorarlberg et le Tyrol, p. 1045.
- Alpes françaises.** — Sur leur constitution géologique, p. 204.
- Alpes (Hautes).** Terrain nummulitique, p. 17.
- Aluminates** produits artificiellement par la réaction de vapeurs sur les roches, p. 299.
- Angleterre.** Sur l'oolithe inférieure, p. 75. — Sur diverses parties du terrain jurassique, p. 725. — Terrain crétacé comparé à celui de France et de Belgique, p. 66.
- Antilles.** Oursins vivants et fossiles, p. 756.
- Antimoine.** Ses oxydes en Algérie, p. 1059.
- Aquitaine.** Age de ses minerais de fer, p. 395. — Sur les *Ostrea* de ses terrains tertiaires, p. 1144.
- Archac (p').** Terrain nummulitique de l'Inde, p. 104.
- Ardèche.** Terrain jurassique de Grusol, p. 441, 510.
- Ardenne.** Terrains anciens, p. 1187.
- Ardennes.** Sur les étages inférieurs du terrain jurassique, p. 1085. — Caractères de la craie, p. 54. — Grotte près de Sedan, p. 549.
- Autrichiens (États-).** Nouvelles études géologiques, p. 689.
- Aveyron.** Description du terrain permoïen, p. 128.
- Balears (Iles).** Notice sur la géologie de l'île Majorque, p. 754.

B

- BARRANDE.** Sur le genre *Ascoceras*, p. 157. — Remplissage organique du siphon dans certains céphalopodes paléozoïques, p. 441. — Analyses

- des ouvrages de M. Geinitz sur la flore houillère de la Saxe, p. 678. — Observations, p. 73, 89, 284, 553, 546, 554, 686, 726.
- BARRANDE et DE VERNÉUIL.** Fossiles des terrains silurien et dévonien d'Almadén, de la Sierra Morena et de Tolède, p. 964.
- BAYLE.** Sur la structure des coquilles des Hippurites, et quelques remarques sur les Radiolites, p. 772. — Système dentaire de l'*Anthracothorium magnum*, p. 956.
- BRAUDOUIN (J.).** Géologie de l'arrondissement de Châtillon-sur-Seine (Côte d'Or), p. 216.
- BRACMONT (ÉLIE DE).** Sur les terrains anthracifères des Alpes, p. 534. — Remarques au sujet de leur carte, p. 670. — Observations, p. 255, 351, 356, 510, 554, 726, 751.
- Belgique.* Terrain crétacé comparé à celui de France et d'Angleterre, p. 66.
- BERNOT.** Sur le terrain sidérolithique de Monthéliard, p. 1025.
- BIAGONI.** Note sur le comte C. Salina, p. 347.
- Bibliographie.* P. 5, 55, 46, 51, 86, 104, 108, 151, 177, 285, 515, 542, 555, 597, 440, 503, 683, 961, 1037, 1123, 1269.
- Bibliographie géologique de l'Amérique du Nord,* p. 950.
- BILLY (DE).** Observations, p. 1298, 1315.
- Bois.* Sur leur fossilisation, p. 729.
- BOONER.** Sur la détermination des roches de sédiment, p. 1127. — Observations, p. 88, 254, 556, 554, 683.
- BOUR.** Il y a des volcans tertiaires, p. 109. — Nouvelles études géologiques dans l'empire autrichien, p. 689. — Réclamation, p. 45.
- BOURRIOT.** Terrain de transition des Basses-Pyrénées, p. 68. — Observations, p. 114, 369.
- Brachiopodes.* Sur la *Terobrutula diphyu*, p. 683. — Spirifers nouveaux de la Manche, p. 1044. — Des terrains silurien et dévonien de l'Espagne centrale, p. 986, 1001. — Du terrain jurassique de Majorque, p. 745.
- Budget pour 1855,* p. 297.
- BUTRUX.** Silex travaillés de la Somme, p. 115.

C

- CAILLIAUD.** Sur la perforation des mollusques, p. 962.
- Canada.* Terrain silurien, p. 504, 1029. — Voy. aussi *États-Unis*.
- CASANO DE PRADO.** Sur la géologie d'Almadén, d'une partie de la Sierra Morena et de Tolède, p. 182.
- Céphalopodes.* Remplissage organique du siphon dans certaines espèces paléozoïques, p. 441. — Sur le genre *Isoceras*, p. 157. — Sur les *Ammonites spinatus* et *margaritatus*, p. 118; — de Saint-Cassian (Tyrol), p. 1056. — Des terrains silurien et dévonien de l'Espagne centrale, p. 983, 1001.
- CRABREL.** Sur une grotte des Ardennes, p. 549.
- Char.* Sur les spongiaires des environs de Vietzou, p. 1032.
- Clivage des roches,* p. 363.
- Comptes du trésorier,* p. 106, 356, 1125. — Rapport sur sa gestion en 1854, p. 288.
- Conchifères* des terrains silurien et dévonien d'Espagne, p. 986, 1002 : — du terrain jurassique de Majorque, p. 745; — du terrain nummulitique de Biarritz, p. 1258.
- COQUAND.** Sur le terrain péruvien de l'Avignon et de Lodève (Hérault), p. 128; — et de la Serre (Jura), p. 149. — Sur l'âge des minerais de fer de l'Aquitaine, p. 595.
- CORNERIE.** Coquilles d'eau douce néocènes de la Haute-Marne, p. 47.
- Côte-d'Or.* Terrain jurassique de l'arrondissement de Châtillon-sur-Seine, p. 716.
- COTTEAU.** Notice sur l'âge des couches inférieures et moyennes de l'étage corallien de l'Yonne, p. 693. — Sur un nouveau genre d'Echinide fossile, *Desorilla*, p. 710.
- Crinoïdes* du terrain silurien d'Espagne, p. 995.
- Crustacés* du terrain tertiaire de Majorque, p. 750.
- Cuba.* Calcaires récents de la Harane, p. 676.

D

- DAMOUR.** Rapport sur la gestion du trésorier en 1854, p. 288. — Sur la Péroy-kite de Zermatt, p. 332. — Observation, p. 254.
- DAUBÉE.** Production artificielle de silicates et d'aluminates par la réaction des vapeurs sur les roches, p. 299.
- DELANOÛ.** Terrain crétacé composé en France, en Angleterre et en Belgique, p. 66. — Constatation du fer, de la magnésie et du manganèse dans les dolomies, marbres et calcaires, p. 361. — Sur la formation des silex, p. 732. — Terrains anciens de l'Ardenne, p. 1187. — Observations, p. 68, 725, 731.
- DELOS et RAULIN.** Sur les *Ostrea* des terrains tertiaires de l'Aquitaine, p. 1144.
- DELESSÉ.** Observation, p. 68.
- DESMAYES.** Quelques observations sur les Rudistes, p. 947. — Observation, p. 45.
- DESOR.** Observation, p. 31.
- Deux-Sèvres.** Bancs pourris des carrières, p. 152.
- DEVILLE (CH. SAINTE-CLAIRE).** Éruption du Vésuve, p. 963. — Deuxième lettre, p. 1065. — Observations, p. 17, 15, 305, 369.
- Doubs.** Terrain sidérolithique de Montbéliard, p. 1025.
- Drôme.** Poissons du terrain crétacé, p. 178, 370.
- DUCHASSAING.** Sur les formations modernes de la Guadeloupe, p. 753.
- DUMAS.** Observation, p. 1294.
- DEMONT.** Observations, p. 1275, 1277, 1278, 1294, 1298, 1336.

E

- ÉBRAY.** Sur les bancs pourris des Deux-Sèvres et de la Vienne, p. 152. — Sur les spongiaires des environs de Vierzon (Cher), p. 1032. — Observation, p. 163.
- Échinodermes.** Nouveau genre *Desoretta*, p. 710. — *Cidaris* de Saint-Cassian (Tyrol), p. 1059; — de Biarritz, p. 1244. — Ourisins vivants et fossiles des Antilles et du golfe du Mexique, p. 756.
- Écroulement du sol en Russie,** p. 116.
- Egypte.** Forêt d'agathe du Caire, p. 728.
- Elections.** P. 107, 1269.
- Erosions des roches calcaires à Genève, Saint-Mihiel (Meuse) et Vaucluse,** p. 314.
- Eruptions du Vésuve,** p. 963, 965, 1065; — des volcans d'Hawaii, p. 306.
- Espagne.** Terrains de transition d'Almaden, de la Sierra Morena et de Tolède, p. 182. — Granite, p. 197.
- Porphyres, 199. — Gîtes de mercure d'Almaden, p. 200. — Fossiles des terrains silurien et dévonien de la partie centrale, p. 964. — Indication du terrain carbonifère, p. 1024.
- Etats-Romains.** Sur les Apennins de l'Italie centrale, p. 1202.
- Etats-Unis.** Aperçu général, p. 400, 813, 928. — Terrains primitifs, p. 424, 919. — Terrain silurien, p. 414. — Terrain dévonien, p. 411, 857. — Terrain carbonifère, p. 406, 845. — Terrain permien, p. 406, 864. — Terrain jurassique, p. 405, 874. — Terrain crétacé, p. 32, 405, 882. — Terrain tertiaire, p. 404, 889. — Terrain d'alluvion, p. 403, 895. — Traops, p. 426. — Volcans, p. 925. — Notes géologiques sur le pays entre la rivière Rouge et le Rio-Grande del Norte, p. 808.
- Europe.** Sur le terrain tertiaire moyen du nord, p. 760.

F

- Fer.** Fer pisiforme de la Haute-Saône, p. 1231. — Age des minerais de l'Aquitaine, p. 395. — Moyen d'en constater la présence, p. 361.
- Foca.** Dépôts de minerais pisiforme de la Haute-Saône, p. 1231.

- FOURNET.** Oxydes d'antimoine d'Algérie, p. 1059. — Recherches de terrain houiller au Creuzot, p. 1266. | *France.* Terrain crétacé comparé à celui d'Angleterre et de Belgique, p. 66.

G

- GAILLARDOT.** Coupe du Liban, p. 53. — Coupe au N. de Damas, p. 338.
Garonne (Haute-). Terrain diluvien, p. 1299.
Gastéropodes des terrains silurien et dévonien d'Espagne, p. 985, 1001; — du terrain jurassique des Ardennes, p. 1091, 1105, 1113, 1118; — du terrain lacustre de Majorque, p. 749.
GAUDRY. Analyse des relations des éruptions volcaniques d'Hawaii (Sandwich), p. 306. — Résumé des travaux sur les terrains anthracifères des Alpes de la France et de la Savoie, p. 580. — Forêt d'agate du Caire, p. 728. — Observations, 346, 677, 728. | **GRINITZ.** Sur la flore houillère de la Saxe, p. 332, 678.
Gervais. Sur des poissons fossiles et Lophiodon du bassin de Paris, p. 352. — Sur les mammifères secondaires, p. 368. — Poisson crétacé de la Drôme, p. 370.
Granite des Alpes françaises, p. 204; — de l'Espagne centrale, p. 197.
GRAS (SCIPION). Sur le terrain anthracifère alpin, p. 255. — Observation, p. 253.
GREENOUGH. Aperçu de la géologie de l'Inde, p. 433.
Guadeloupe. Sur les formations modernes, p. 755.
GUEYMARD. Sur le platine des Alpes, p. 429. — Gîtes de nickel de l'Isère, p. 515.

H

- HAGUETTE.** Observation, p. 1515.
HAINÉ. Notice sur la géologie de l'île Majorque, p. 734. — Observation, p. 678.
HÉNERT. Terrain jurassique du bord O. du bassin de Paris, p. 79. — Silex travaillés de la Somme, p. 254. — Sur des animaux vertébrés du bassin de Paris, p. 349. — Note sur le terrain tertiaire moyen du N. de l'Europe, p. 760. — Quelques renseignements nouveaux sur l'Ardenne française, p. 1165. — Sur les fossiles oxfordiens de Montrenil-Bellay (Maine-et-Loire), p. 1263. — Résumé d'une excursion à Meudon, p. 1275. — Id. à Charonne et à Montmartre, p. 1304. — Id. aux environs d'Étampes, p. 1316. — Id. aux environs de Meulan, p. 1319. — Id. aux environs de Pont-Sainte-Maxence, p. 1326. — Id. aux environs de Compiègne, p. 1351. — Observations, p. 48, 89, 112, 706, 722, 1285, 1298, 1305, 1336.
Hérault. Terrain permien de Lodève, p. 147, 688, 1188.
HOMBRES-FIRMIAS (D'). Sur la *Terebratula diphyæ*, p. 686.

I

- Inde.** Résumé de la faune nummulitique, p. 104. — Aperçu de sa géologie, p. 433. | *Isère.* Nickel, p. 515.

J

- JACQUOT.** Sur la place du grès d'Hetange dans la série liasique, p. 1286. — Observations, p. 1276, 1304. | *Jura.* Terrain permien de la Serre, p. 149.

K

- KEYSERLING.** Nouvelles scientifiques, p. 53.
- KOENIGLIN-SCHLUMBERGER.** Galets impressionnés du grès vosgien du Haut-Rhin, p. 87. — Sur les *Ammonites spinatus* et *margaritatus*, p. 118. —
- Sur la falaise entre Biarritz et Bidart (Basses-Pyrénées), p. 1255. — Sur la formation de Saint-Gassian dans le Vorarlberg et le Tyrol, p. 1049.
- KJERULF.** Sur le bassin silurien de Christiania, 350.

L

- LASSAIGNE.** Sur la constatation de la magnésie et du manganèse dans les dolomies et calcaires, 399.
- LAUGEL.** Du clivage des roches, p. 363.
- LEVALLOIS.** Observation, p. 722.
- LEYMERIE.** Du phénomène diluvien dans la vallée de la Garonne (Haute-Garonne), p. 1299. — Observation, p. 1304.
- LOCKHART.** Mastodonte du Loiret, p. 49.
- LOCAN.** Note sur le terrain silurien du Canada, p. 504.
- Loiret.** Mastodonte, p. 49.
- Lombardie.** Série de ses terrains sédimentaires, p. 517.
- LOBY.** Note sur le terrain nummulitique des Hautes-Alpes, p. 17. — Sur les assises inférieures de la montagne de Crussol (Ardèche), p. 441, 510.
- LYELL.** Extrait d'un rapport sur la partie géologique de l'exposition de New-York en 1853, p. 400.

M

- Magnésie.** Moyen d'en constater la présence, p. 361, 399.
- Maine-et-Loire.** Fossiles oxfordiens de Montreuil-Bellay, p. 1265.
- Mammifères fossiles** du terrain secondaire, p. 368. — Lophiodon, p. 352. — Système dentaire de l'*Anthracotherium magnum*, p. 936. — Mastodonte du Loiret, p. 49.
- Manche.** Terrain dévonien, p. 1040. — Coupe à Néhou, p. 1175.
- Manganèse.** Moyen d'en constater la présence, p. 361, 399.
- MARCEL DE SERRAS.** Sur le terrain permien de Lodève (Hérault), p. 688. — Sur les végétaux fossiles des schistes, p. 1288. — Caractères et importance de la période quaternaire, p. 1257.
- MARCOU.** Terrain crétacé dans les montagnes Rocheuses, p. 52. — Notes géologiques sur le pays entre la rivière Rouge et le rio Grande del Norte, p. 806. — Résumé explicatif d'une carte géologique des États-Unis et des provinces anglaises, p. 813. (Voy. *Etats-Unis*.)
- MARMORA (DE LA).** Sur la carte géologique de Sardaigne, p. 11.
- Marne (Haute-).** Coquilles d'eau douce néocomiennes, p. 47. — Parallélisme de ses terrains crétacés inférieurs avec ceux de la Suisse occidentale, p. 89.
- MARTINS.** Sur les érosions des roches calcaires à Genève, Saint-Mihiel (Meuse) et Vaucluse, 314. — Observation, p. 751.
- MAYER.** Observation, p. 1304.
- Membres nouveaux.** P. 34, 50, 85, 104, 108, 284, 312, 354, 397, 440, 503, 683, 961, 1037, 1123.
- Mercur.** Gîtes d'Almaden, en Espagne, p. 200.
- MÉRIAN.** Sur la formation de Saint-Gassian dans le Vorarlberg et le Tyrol, p. 1045.
- MEUGY.** Caractères de la craie dans le Nord, l'Aisne et les Ardennes, p. 54.
- Meuse.** Érosions des roches calcaires de Saint-Mihiel, p. 521.
- Mexique (Golfe du).** Oursins vivants et fossiles, p. 756.
- MICHELIN.** Sur les Oursins vivants et fossiles des Antilles et du golfe du Mexique, p. 756. — Observation, p. 677.
- MICHELOT.** Coupe du calcaire de Saint-

- Ouen à l'arc de l'Étoile (Paris), 1515. — Coupe du grès de Beauchamp au Temple, près Meulan, p. 1524. — Sur le calcaire grossier du bassin de Paris, p. 1556.
- MICHELLOTTI**, Fossiles des calcaires récents de la Havane, p. 674. — Observation, p. 510.
- MELTUSQUES**, Perforation, p. 967.
- MOSSELÉ**, Plaque du grès d'Hettange dans la série liasique, p. 1286.

N

- Naples (Royaume de)**, Éruptions du Vésuve, p. 962, 965, 1064.
- Nickel** de l'Isère, p. 515.
- Nord**, Caractères de la craie, p. 54.
- Norwége**, Bassin silurien de Christiania, p. 556.

O

- Oiseaux** fossiles de Meudon, près Paris, p. 349.
- OMALUS D'HALLY** (D^r), Éjaculations de roches meubles, p. 56. — Observations, p. 44, 45, 111, 114.
- OMBONI**, Série des terrains sédimentaires de la Lombardie, p. 517.
- ORAGNY** (Ch. D^r), Tableau synoptique des terrains parisiens, p. 1270. — Sur le calcaire pisolithique et le conglomérat placés entre la craie et l'argile plastique des environs de Paris, p. 1279. — Sur le diluvium de Charonne, p. 1295. — Coupe des couches inférieures à la troisième masse de gypse au chemin de fer de Strasbourg, p. 1509. — Observations, p. 17, 1276, 1277.
- ORSIKI** et **SEBASTIANI**, Observations géologiques dans les Apennins de l'Italie centrale, p. 1202.
- Ostrea** des terrains tertiaires de l'Aquitaine, p. 1144.

P

- PARETO**, Sur le terrain nummulitique du pied des Apennins, p. 570, 1125. — Âge des macignos, p. 1125.
- Paris (Bassin de)**, Terrain jurassique du bord O., p. 79. — Tableau synoptique de ses terrains, p. 1270. — Sur le calcaire pisolithique et le conglomérat, placés entre la craie et l'argile plastique, p. 1279. — Sur le calcaire grossier, p. 1556. — Sur des animaux vertébrés, p. 349. — Réunion extraordinaire de la Société : Craie, p. 1275. — Calcaire pisolithique, p. 1274, 1279, 1521. — Marne de Rilly, p. 1555. — Argile plastique, p. 1274, 1520, 1526. — Sables intérieurs, p. 1527, 1551. — Calcaire grossier, p. 1275, 1522, 1528, 1552, 1555. — Grès de Beauchamp, p. 1508, 1528, 1554. — Gypse, p. 1506, 1523, 1550. — Calcaire de la Brie, p. 1505, 1507. — Grès de Fontainebleau, p. 1277, 1504, 1507, 1516, 1550. — Meulnières, p. 1278, 1518. — Loess, p. 1277.
- Perowskite** de Zermatt (Valais), p. 332.
- Piémont**, Terrain nummulitique du pied des Apennins, p. 570, 1125, 509, 507.
- PIETRE**, Sur les étages inférieurs du terrain jurassique des Ardennes et de l'Ause, p. 1085.
- Planches du Bulletin**, I, p. 54; II, III, p. 118; IV, p. 128; V, p. 157; VI, p. 185; VII, p. 204; VIII, IX, p. 255; X, p. 514; XI, p. 570; XII, p. 441; XIII, p. 517; XIV, p. 670; XV, p. 754; XVI, p. 760; XVII-XIX, p. 772; XX, p. 928; XXI, p. 887; XXII, p. 936; XXIII-XXIX, p. 964; XXX, p. 1025; XXXI, p. 1085; XXXII, p. 1202; XXXIII, p. 1255; XXXIV, p. 1286; XXXV, p. 1516. — *Figures sur bois*, Vues, p. 507. — Cartes, p. 507, 511. — Coupes de terrains, p. 18, 21, 55, 54, 80, 83, 100, 101, 116, 189, 595, 194, 508, 540, 566, 367, 529, 597, 652, 878, 1089, 1099, 1101, 1172, 1175, 1175, 1178, 1182, 1216, 1216, 1252, 1255, 1259. — Fossiles, p. 49, 764, 1042.

- Poissons fossiles.* Du bassin de Paris, p. 350, 352. — Du terrain crétacé de la Drôme, p. 178, 370.
- Polypiers* du terrain devonien de l'Espagne centrale, p. 1011.
- Poué.* Sur le pays des Beni-Bou-Saïd, près la frontière du Maroc, p. 489.
- Porphyres* de l'Espagne centrale, p. 199; — des Beni-Bou-Saïd, près du Maroc, p. 492. — Trapps, p. 426.
- PRÉVOST (CONSTANT).* Observations, p. 17, 44, 45, 356, 357, 369, 428.
- Pyénées (Bosses-).* Terrain de transition de la vallée d'Ossau, p. 68, 71. — Sur la falaise entre Biaritz et Biddart, p. 1235.

R

- RAULIER et DELBOS.* Sur les *Ostrea* des terrains tertiaires de l'Aquitaine, p. 1144.
- RENEVIER.* Parallélisme des terrains crétacés inférieurs de la Haute-Marne et de la Suisse occidentale, p. 89. — Terrain nummulitique des Alpes vaudoises et valaisannes, p. 97. — Observations, p. 103, 1294.
- Rhin (Haut-).* Galets impressionnés du grès vosgien, p. 87.
- Roches de sédiment.* Sur leur détermination, p. 1117. — Leur étiage, p. 563. — Éjaculées de l'intérieur, p. 36, 41.
- RÖEMER (AD.).* Graptolites au Harz, p. 685.
- ROQUETTE (DE LA).* Observation, p. 52.
- ROUAULT (MARIE).* Sur un *Homalotus* et des *Spirifer* de la Manche, p. 1040.
- ROUVILLE (DE).* Terrain crétacé avec poisson de Crest (Drôme), p. 178.
- ROYS (DE).* Éjaculation des matières aqueuses, p. 41. — Observations, p. 112, 336, 688.
- ROZET.* Mémoire sur les Alpes françaises, aperçu général, granite, p. 204; lias, 216; grès anthracifère, p. 217; terrain oolithique, p. 225; schistes talqueux et serpentiniteux, p. 229; terrain néocomien, p. 233; terrain nummulitique, p. 236; terrain tertiaire, p. 244; terrain diluvien, p. 245; dépôts modernes, p. 246; conclusion, p. 248. — Observations, p. 254, 546, 441.
- Rudistes.* Quelques observations sur leurs coquilles, p. 947. — Structure des Hippurites et remarques sur les Radiolites, p. 772.
- Russie.* Éroulement en Toula, p. 116. — Sur le Tchernoi-zem, p. 117. — Nouvelles scientifiques, p. 53.

S

- SCHMANN.* Observation, p. 1294.
- SALINA (Comte C.).* Note sur lui, p. 547.
- Sandwich (Iles).* Analyse des relations des éruptions volcaniques d'Hawaii, p. 306.
- Saône (Haute-).* Dépôts de minéral de fer, p. 1231.
- Saône-et-Loire.* Recherches de houille au Creusot, p. 266.
- Sardaigne.* Sur la carte géologique, p. 11.
- Sarthe.* Grès tertiaire du Mans, p. 1335.
- Saxo.* Graptolites dans le terrain de transition, p. 685. — Sur la flore houillère, p. 352, 678.
- Seine.* Coupe du calcaire de Saint-Ouen à l'arc de l'Étoile, p. 1313. — Couches inférieures à la troisième masse de gypse au chemin de fer de Strasbourg, p. 1309. — Diluvium de Charranc, p. 1295.
- Seine-et-Oise.* Craie de Meudon, p. 1275. — Coupe du grès de Beauchamp au Temple, près Meulan, p. 1324.
- Sibirie.* Indication sur le bassin de l'Aral, p. 115.
- Siles.* Sur leur formation, p. 752.
- Silice travaillée* de la vallée de la Saumur, p. 115, 254.
- Silicates* produits artificiellement par la réaction des vapeurs sur les roches, p. 299.
- SIMONDI (A.).* Sur les Alpes maritimes et quelques montagnes de la Toscane, p. 329. — Sur les deux formations nummulitiques du Pié-

- mont, p. 509, 807. — Sur les calcaires jurassiques des Alpes de la Savoie, p. 631.
- Somme*. Silex travaillés, p. 113, 254.
- SPADA LAVINI et OUSINI**. Observations géologiques sur les Apennins de l'Italie centrale, p. 1202.
- Spongiaires* des environs de Vierzon (Cher), p. 1032.
- STEEBY-HUNT**. Sur les roches magnésiennes du groupe de la rivière Hudson, au Canada, p. 1029; — présente la carte géologique du Canada, p. 1316.
- STUEBE**. Résumé de ses études sur le terrain anthracifère des Alpes de l'Oisans, p. 570.
- Suisse*. Parallélisme de ses terrains crétacés inférieurs avec ceux de la Haute-Marne, p. 89. — Érosions des roches calcaires près Genève, p. 316. — Terrain nummulitique des Alpes vaudoises et valaisanes, p. 97. — Perowskite de Zermatt, p. 332.
- Syrie*. Coupe du Liban, p. 33. — Coupe au N. de Damas, p. 338.
- Systèmes de dislocations* des Beni-Bou-Saïd, près du Maroc, p. 490.

T

- TCHINATCHEFF**. Éruption du Vésuve, p. 962.
- Terrains d'alluvion*. Caractères et importance de la période quaternaire, p. 1257; — des Alpes françaises, p. 246; — de l'Italie centrale, p. 1217; — de la Guadeloupe, p. 753; — de la Havane, p. 676; — des États-Unis, p. 403, 895.
- Terrains anthracifères* des Alpes, par M. Rozet, p. 217; — par M. Elie de Beaumont, p. 334, 670; — par M. Sc. Gras, p. 255; — par M. Stüder, p. 570. — Résumé des travaux faits jusqu'à présent, p. 580.
- Terrain carbonifère*. Flore de celui de la Saxe, p. 670. — Note sur celui de la Sierra Morena en Espagne, p. 1024; — du Canada et des États-Unis, p. 406, 845.
- Terrain crétacé* comparé en France, Angleterre et Belgique, p. 66. — Craie de Meudon (Seine-et-Oise), p. 1273. — Coquilles d'eau douce néocomiennes de la Haute-Marne, p. 47. — Craie de Bidart (Basses-Pyrénées), p. 1245. — Étage néocomien des Alpes françaises, p. 235; — de la Lombardie, p. 521. — Parallélisme des terrains crétacés inférieurs de la Haute-Marne et de la Suisse occidentale, p. 89. — Macigno de Toscane, p. 1126; — des Apennins de l'Italie centrale, p. 1208; — de Majorque, p. 737; — des Beni-Bou-Saïd, près du Maroc, p. 499; de l'Inde, p. 436; — des États-Unis, p. 32, 405, 882.
- Terrain dévonien* de la Manche, p. 1010, 1175; — de l'Espagne centrale, p. 191. — Fossiles de celui de l'Es-
- pagne centrale, p. 998, 1015, 1021; — du Canada et des États-Unis, p. 411, 857.
- Terrains diluviens*. Diluvium de Charonne (Seine), p. 1295; — de la vallée de la Garonne, p. 1299; — des Alpes françaises, p. 245; — de la Lombardie, p. 518; — de l'Inde, p. 434.
- Terrain jurassique*. Place du grès d'Helange, p. 1286. — Étages inférieurs des Ardennes et de l'Aisne, p. 1083; — de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or), p. 716. — Age des couches inférieures et moyennes de l'étage corallien de l'Yonne, p. 695. — Fossiles oxfordiens de Montrenil-Bellay (Maine-et-Loire), p. 1263; — de Crissol (Ardèche), p. 441, 510; — des Alpes françaises, p. 216; — des Alpes de la Savoie, p. 632; — de la Lombardie, p. 522; — des Apennins de l'Italie centrale, p. 1204; — d'Angleterre, p. 73, 723; — de Majorque, p. 756; — de l'Inde, p. 436; — des États-Unis, p. 405, 874.
- Terrain nummulitique* de Biarritz (Basses-Pyrénées), p. 1255; — des Alpes françaises, p. 236; — des Hautes-Alpes, p. 17; — du pied des Apennins, p. 570, 1125; — de la Lombardie, p. 509, 520, 807; — de l'Italie centrale, p. 1202; des Alpes vaudoises et valaisanes, p. 97; — de Majorque, p. 738. — Résumé sur l'Inde, p. 104, 435.
- Terrain permien* de l'Aveyron, p. 128; — de Lot-et-Garonne (Hérault), p. 142, 688, 1188; — de la Serre (Jura), p. 149. — Galets impressionnés du grès vosgien du Haut-Rhin, p. 87; — de la

- Lombardie, p. 528; — des États-Unis, p. 406, 864.
- Terrains primitifs* de la Lombardie, p. 551; — du Canada et des États-Unis, p. 424, 916.
- Terrain silurien* de Christiania, p. 356; — de l'Espagne centrale, p. 184. — Fossiles de celui de l'Espagne centrale, p. 968, 1012, 1017; — du Canada, p. 504, 1029; — du Canada et des États-Unis, p. 414, 519.
- Terrain tertiaire* moyen du N. de l'Europe, p. 760. — Coupe du grès de Beuichamp au Temple, près Meulan (Seine et Oise), p. 1524. — Coupe du calcaire de Saint-Ouen à l'arc de l'Étoile (Seine), p. 1313. — Couches inférieures à la troisième masse de gypse au chemin de fer de Strasbourg, p. 1309. — Réunion extraordinaire de la Société dans le bassin de Paris (voyez ce mot). — Terrain sidérolithique de Montbéliard, p. 1024; — des Alpes françaises, p. 244; — de la Lombardie, p. 519; — des Apennins de l'Italie centrale, p. 1215; — de Majorque, p. 740; — de l'Inde, p. 435; — des États-Unis, p. 404, 889.
- Terrain de transition* de l'Ardenne, p. 1187; — de l'Ardenne française, p. 1165; — de la vallée d'Ossau (Basses-Pyrénées), p. 68, 71; — des Beni-Bou-Said, près la frontière du Maroc, p. 489; — de l'Inde, p. 438.
- Terrain triasique* de la Lombardie, p. 526; — de l'Inde, p. 438.
- Toscane*. Sur quelques montagnes, p. 529. — Macigno crétacés, p. 1126.
- TRIGER*. Sur l'oolithe inférieure de l'Angleterre, p. 75. — Sur diverses parties du terrain jurassique d'Angleterre, p. 725. — Grès tertiaire du Mans, p. 1535. — Observations, p. 730, 1504.
- Trilobites nouveaux* du terrain silurien de l'Espagne centrale, p. 963; — du terrain dévonien id., p. 998. — *Homalonotus* de la Manche, p. 1042.
- Turquie*. Sur la carte de la Thrace, p. 56.

V

- Vautuse*. Érosions des roches calcaires, p. 525.
- Végétaux fossiles* du terrain houiller de l'Amérique du Nord, p. 865; — du terrain permien de Lodève (Hérault), p. 147, 1188. — Bilobites d'Espagne, p. 997.
- VERROUÏL (DE)**. Terrain de transition des Basses-Pyrénées, p. 71. — Observations, p. 32, 114, 685.
- VERREUIL (DE)** et **BARRANDE**. Fossiles des terrains silurien et dévonien d'Almaden, de la Sierra Morena et de Tolède, p. 964.
- VIENNE**. Bases pourris des carrières, p. 152.
- VIGNESSEL**. Sur la carte de Thrace, p. 36.
- VIRET**. Sur la fossilisation des bois, p. 729.
- Volcans*. Leur existence pendant la période tertiaire, p. 109. — des États-Unis, p. 925.

Y

Yonne. Age des couches inférieures et moyennes de l'étage corallien, p. 675.

Liste des planches.

- I, p. 54. MROGY. Carte pour la craie du Nord, de l'Aisne et des Ardennes.
- II, III, p. 118. KOECHLIN-SCHLUMBERGER. *Ammonites*.
- IV, p. 128. COQUAND. Coupes du terrain permien de l'Avoyron et de Lozère
(H. FAULT).
- V, p. 157. BARRANDE. *Asceverus*.
- VI, p. 185. CASIANO DE PRADO. Carte des environs d'Almaden (Espagne).
- VII, p. 204. BOZET. Coupes dans les Alpes françaises.
- VIII, IX, p. 255. St. GRAS. Carte et coupes géologiques du terrain anthracifère des Alpes de la France et de la Savoie.
- X, p. 314. MARTINS. Érosions des roches calcaires à Saint-Mihiel, à Genève et à Vaucluse.
- XI, p. 370. PABSTO. Coupes du terrain nummulitique du pied des Apennins.
- XII, p. 441. BARRANDE. Remplissage du siphon dans certains céphalopodes.
- XIII, p. 517. OMBONI. Carte et coupes géologiques d'une partie de la Lombardie.
- XIV, p. 670. ÉLIE DE BEAUMONT. Carte de la région anthracifère des Alpes occidentales.
- XV, p. 724. HAIMB. Fossiles de l'île Majorque.
- XVI, p. 760. HÉBERT. Carte des mers du N. de l'Europe pendant le calcaire grossier et les sables de Fontainebleau.
- XVII-XIX, p. 772. BAYLE. Hippurites.
- XX, p. 928. MARCOU. Carte et coupe géologique des États-Unis et du Canada.
- XXI, p. 882. Id. Gryphées et Huîtres des États-Unis.
- XXII, p. 956. BAYLE. Système dentaire de l'*Anthracotheurium magnum*.
- XXIII-XXIX, p. 964. BARRANDE et DE VERREUIL. Fossiles siluriens et dévoniens d'Espagne.
- XXX, p. 1025. BENOIT. Coupe du terrain sidérolithique des environs de Montbéliard.
- XXXI, p. 1085. FIEITE. Gastéropodes de l'étage oolithique inférieur de l'Aisne et des Ardennes.
- XXXII, p. 1202. SPADA LAVINI et ORSINI. Coupes des Apennins de l'Italie centrale.
- XXXIII, p. 1255. KOECHLIN-SCHLUMBERGER. Fossiles de Biarritz (Basses-Pyrénées).
- XXXIV, p. 1286. } LEYNERIE. Coupe géologique de la vallée de la Garonne.
} JACQUOT. Coupe des terrains compris entre Orlange et Hettange.
- XXXV, p. 1316. LOGAN. Carte géologique du Canada.

ERRATA.

Pages.	Lignes.	
50,	11,	au lieu de : Sychmore, lisez : Simorre.
81,	3,	au lieu de : Desh., lisez : Deslong.
84,	9,	au lieu de : Desh., lisez : Deslong.
90,	17	de la colonne des environs de la Perte du Rhône, au lieu de : forme, lisez : faune.
91,	1,	au lieu de : Le terrain, lisez : Ce terrain.
95,	15,	lisez ainsi la fin de la ligne : dans ces deux bassins à ce même niveau :
99,	15,	au lieu de : On les trouve, lisez : On se trouve.
99,	55,	au lieu de : seconde, lisez : Seconde.
100,	4,	au lieu de : Couche des, lisez : Couche à.
114,	4,	au lieu de : soit, lisez : fait.
114,	5,	au lieu de : Broy, lisez : Bray.
115,	28,	au lieu de : Ur Ur , lisez : Ust-Urt.
118,	6,	en remontant, au lieu de : Senlheim, lisez : Senthheim.
118,	8,	au lieu de : Elberirouz, lisez : Elbrouz.
120,	15,	au lieu de : extérieure, lisez : intérieure.
120,	16,	au lieu de : renfoncement, lisez : renforcement.
125,	30,	au lieu de : anormale, lisez : normale.
129,	7,	au lieu de : Concours, lisez : Concours.
129,	8,	au lieu de : qui, lisez : que.
150,	16,	au lieu de : maculé, lisez : maculée.
168,	25,	au lieu de : musculo-crétacée, lisez : musculo-crétacée.
390,	20,	au lieu de : de Lori. lisez : Desori.
395,	11,	au lieu de : Eibol, lisez : Libos.
395,	12,	au lieu de : Fermel, lisez : Fumel.
395,	20,	au lieu de : Parcon, lisez : Pareou,
396,	7,	au lieu de : Gallet, lisez : Salles.
509,	16,	au lieu de : avec les Ammonites, lisez : avec les Nummulites.
509,	21,	au lieu de : gisement supérieur, ou macigno à fucoides, lisez : gisement supérieur au macigno à fucoides.
509,	3,	en remontant, au lieu de : dans votre pays, lisez : dans notre pays.
761,	59	(dans la note 3), au lieu de : flore tertiaire de la science, lisez : flore tertiaire de la Suisse.
794,	5,	au lieu de : pour qu'il soit utile, lisez : pour qu'il soit inutile,
834,	17,	au lieu de : des fossiles que M. Saller, lisez : des fossiles que M. Saller.
854,	36,	au lieu de : tels que les Malysites, lisez : tels que les Halysites.
855,	15,	au lieu de : à Springfield, lisez : à Springfield.
855,	25,	id. id.
856,	59,	au lieu de : Callocystites, lisez : Caryocystites,
852,	22,	au lieu de : O. serilis, lisez : O. senilis.
852,	56,	au lieu de : Zaphentis, lisez : Zaphrentis.
858,		avant-dernière ligne, au lieu de : gæmoïdes, lisez : ganoïdes.
864,	26,	au lieu de : aurifères, lisez : cuprifères.
876,	18,	au lieu de : creek, lisez : creek.
893,	22,	au lieu de : Oreodon, lisez : Oreodon.
934,	35,	au lieu de : Milwaukie, lisez : Milwaukie.
1059,	1,	au lieu de : Verriquet, lisez : Perriquet.
1157,	57,	au lieu de : Caotéti, lisez : Gastéti.
1160,	4,	au lieu de : Saint-Avi, lisez : Saint-Avit.
1290,	35,	au lieu de : Basse-Porte, lisez : Basse-Parte.
1291,	7,	au lieu de : d'Asclerc, lisez : d'Arloa.

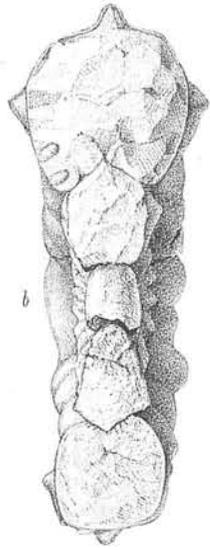


Fig. 2

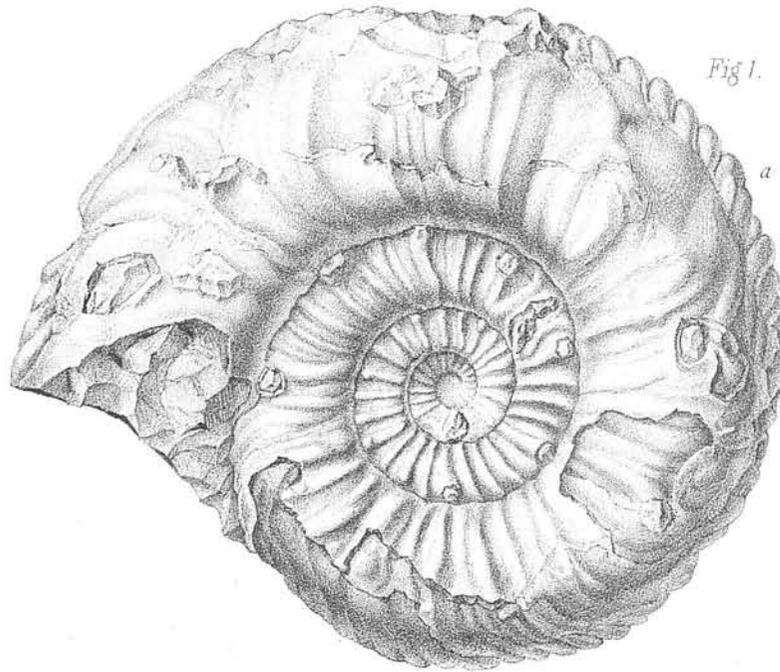


Fig. 1.

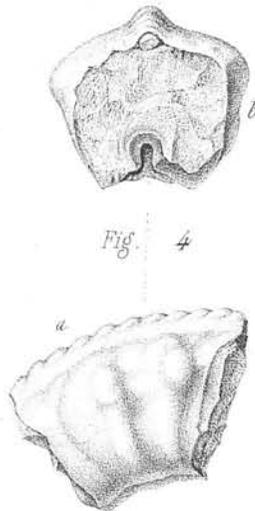


Fig. 4



Fig. 5

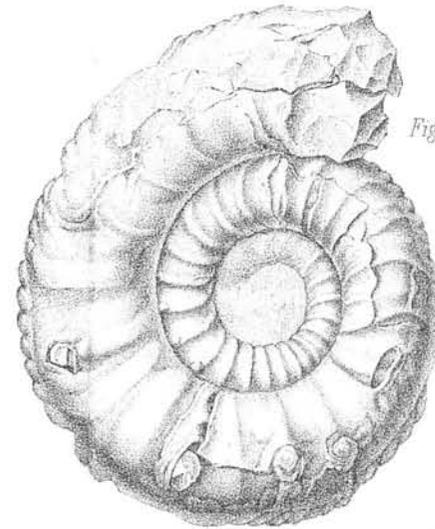
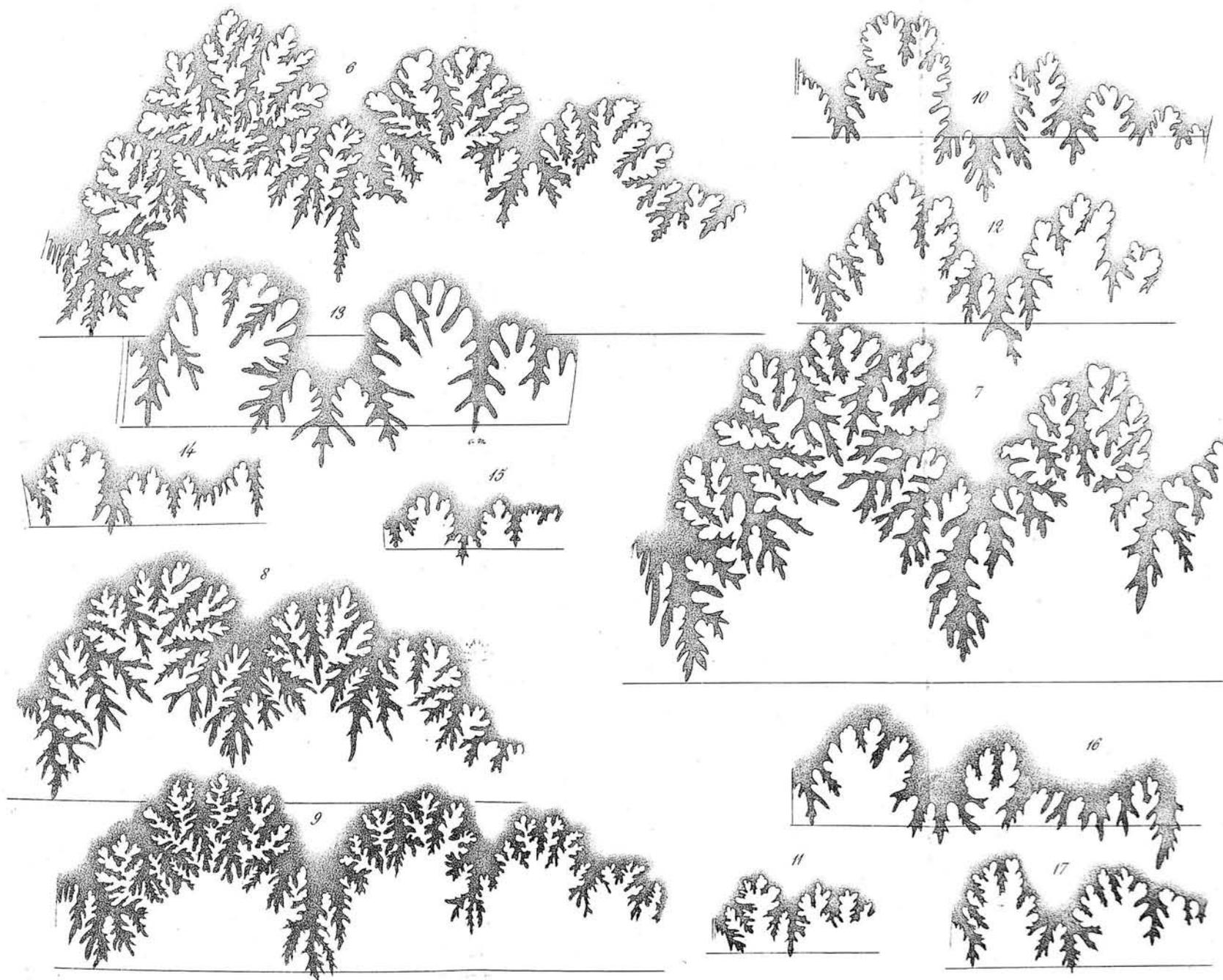


Fig. 3.



Lackebauer lith.

Imp. Lemerle, Paris.

Note sur le terrain Permien du Dép^t de l'Aveyron et des environs de Lodève (Hérault) par M. H. COGNET AND.

Fig. 1. Coupe parallèle au Chemin de Rodez à Milhan.

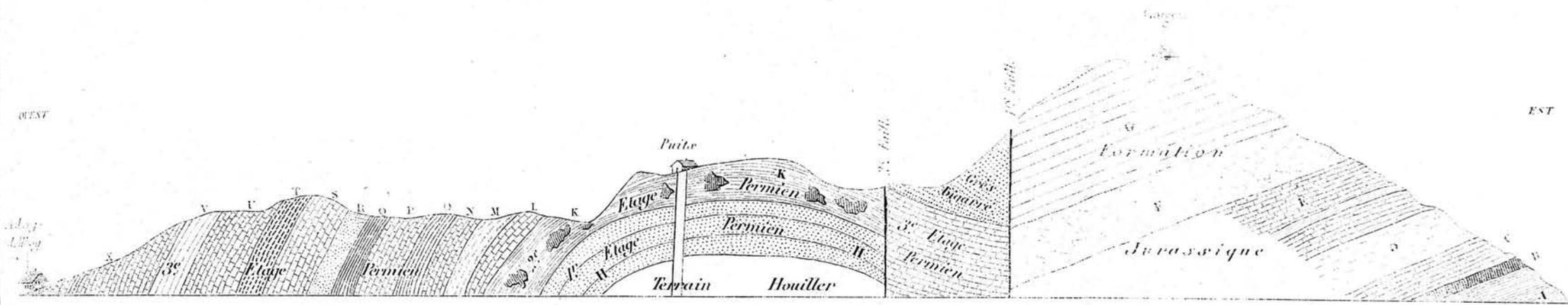


Fig. 2. Coupe d'Albois à la Montagne de Palanges.

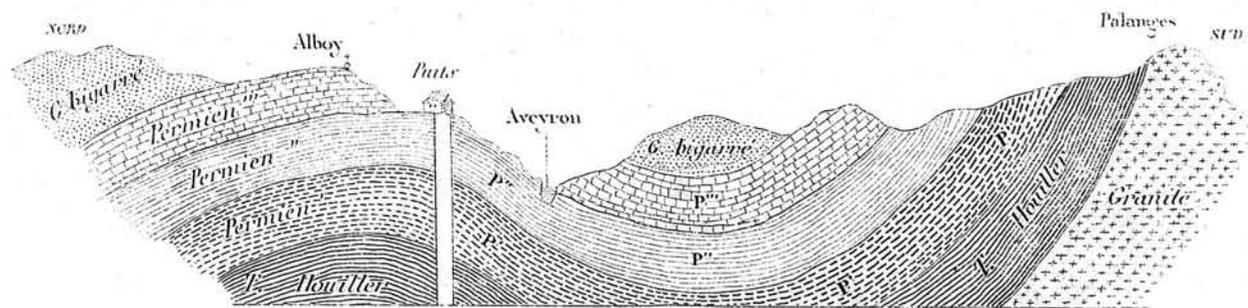


Fig. 3. Coupe du terrain Permien des environs de Lodève.

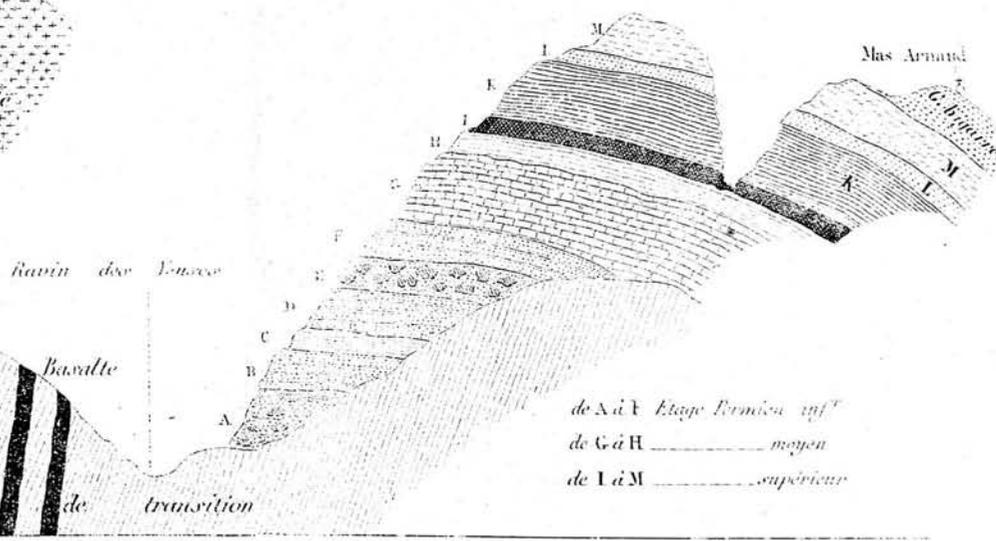


Fig. 3. Berge gauche du Lanterne

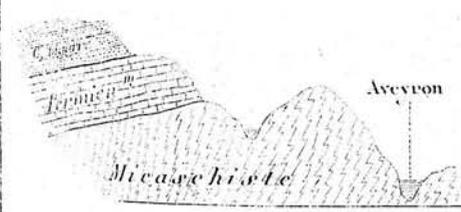
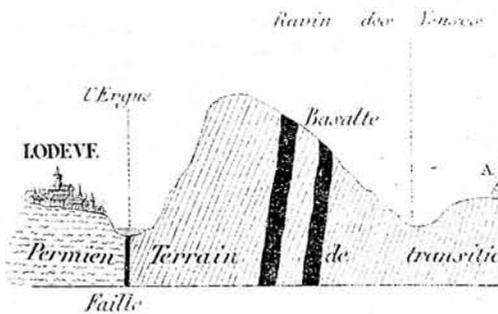
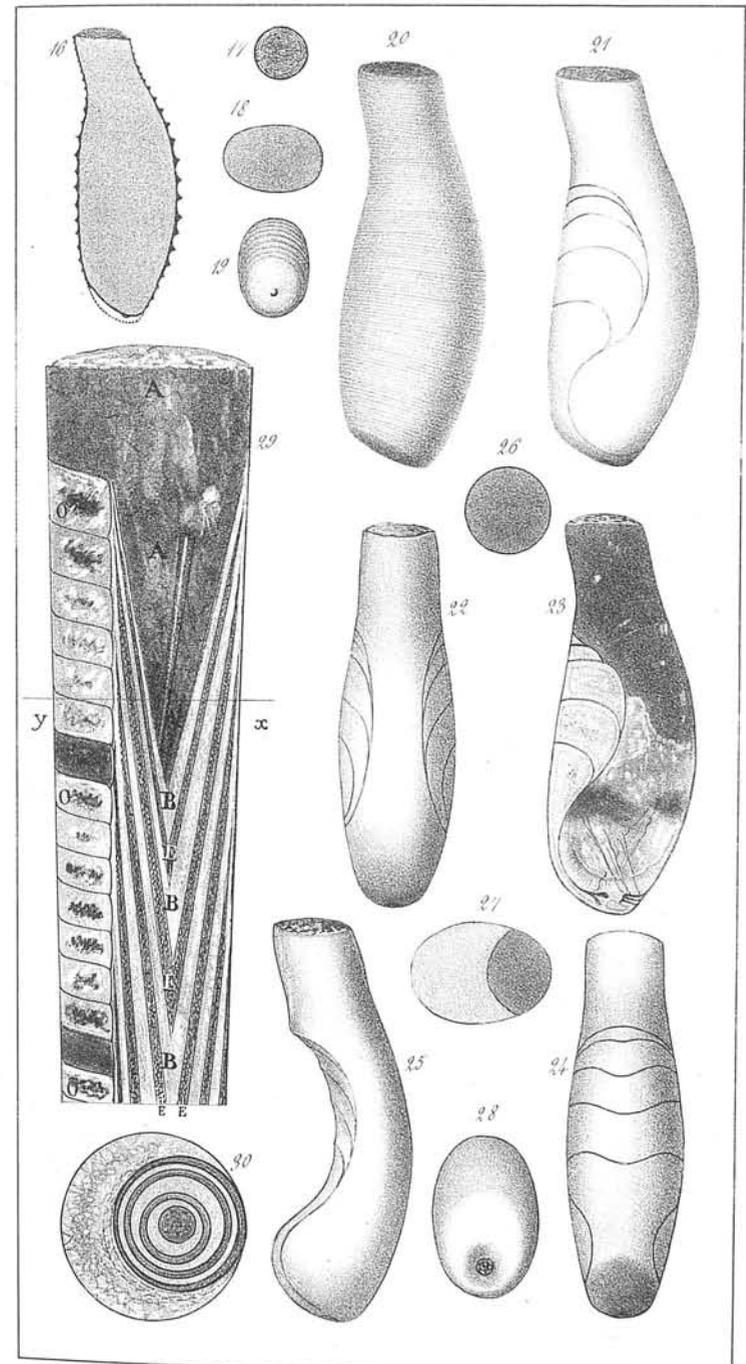
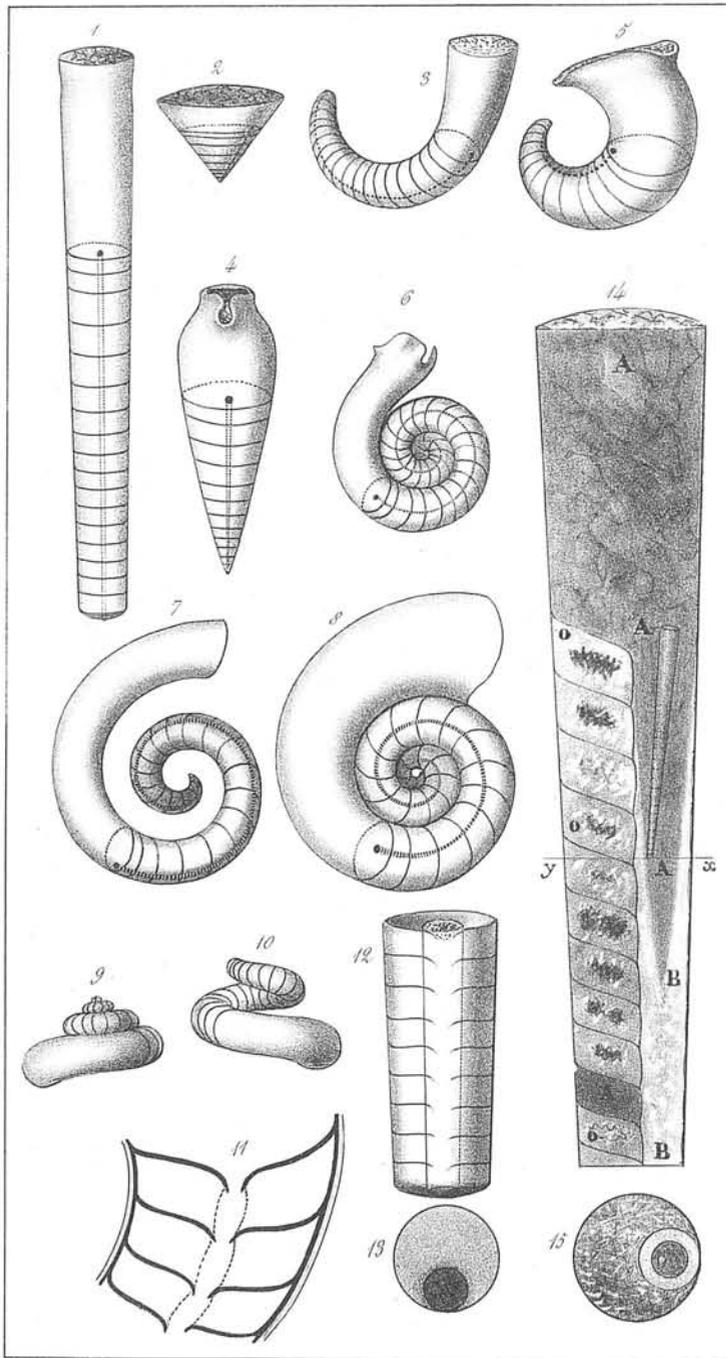


Fig. 4. Berge droite du Lanterne



de A à F Etage Permien inf^r
 de G à H _____ moyen
 de I à M _____ supérieur



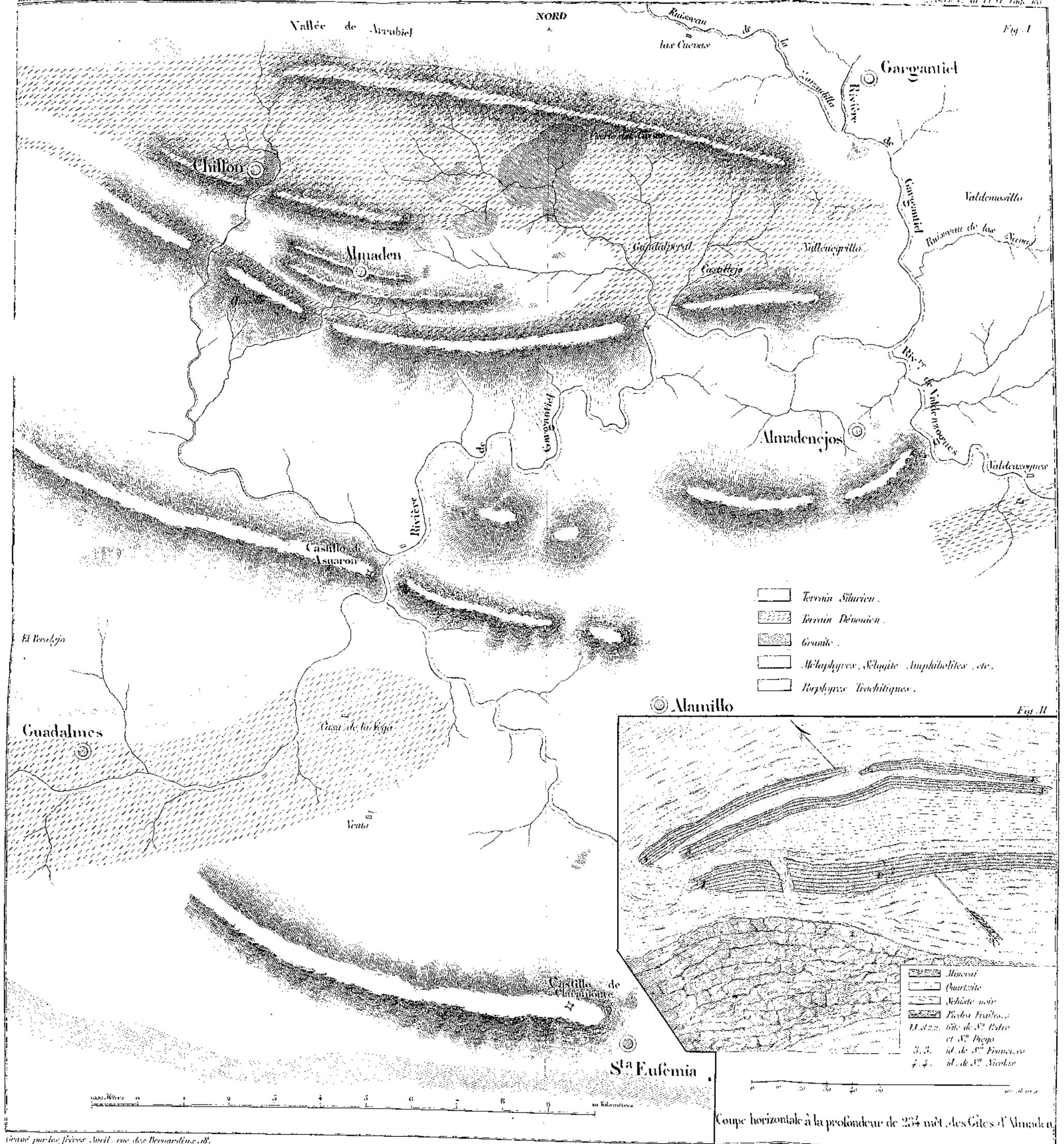
Humbert, del.

Imp. Lemercier, Paris.

Carte géologique des environs d'Almaden,
par M. CASIANO DE PRADO.

Bull. de la Soc. Géol. de France.

Ann. T. III Pl. II. Fig. 1



Gravé par les frères Aublet, rue des Bernardins, 18.

Lith. Knapstein & Co. Berlin.

CARTE GÉOLOGIQUE

du terrain Anthracifère

des Alpes de la France et de la Savoie.

N Terrain nummulitique.

a⁴ 4^{me} étage

a³ 3^{me} étage

du terrain anthracifère supérieur.

a² 2^{me} étage

a¹ 1^{er} étage

A Terrain anthracifère inf.

G Terrain cristallisé (Granite, Gneiss, etc.)

Roches cristallines du terrain anthracifère supérieur

J Terrain jurassique normal des Alpes.

GRENOBLE

Nota: Pour ne pas charger la Carte de trop de détails, on a fait abstraction des terrains de transport ainsi que des serpentines et des autres roches dites platoniques qui abondent dans cette partie des Alpes.

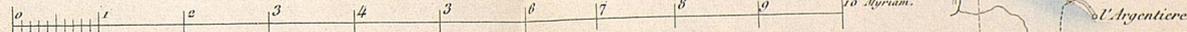


Fig. 1. Coupe générale du terrain anthracifère suivant la ligne A B C D de la Carte géologique

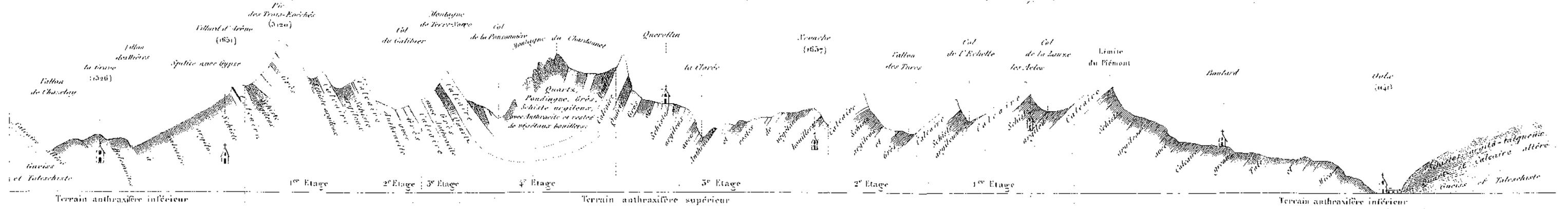


Fig. 2. Coupe de Luyras à Mont-Dauphin

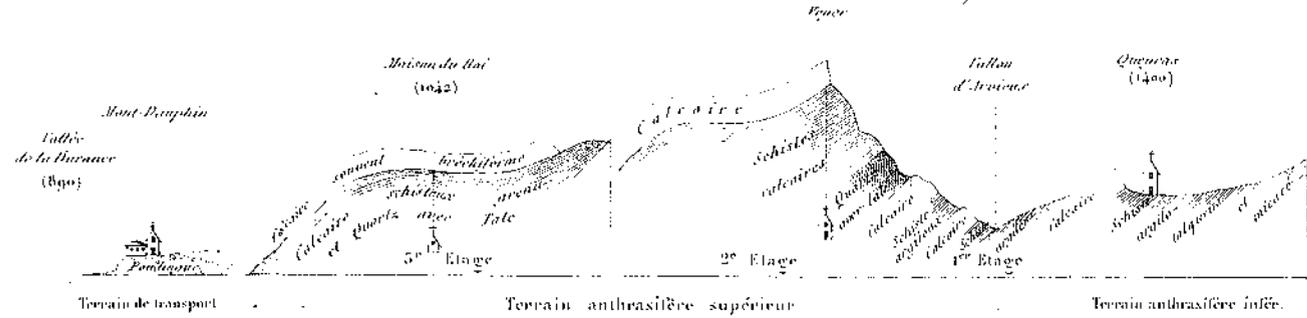


Fig. 3. Coupe du Col de Piss à Vallauris

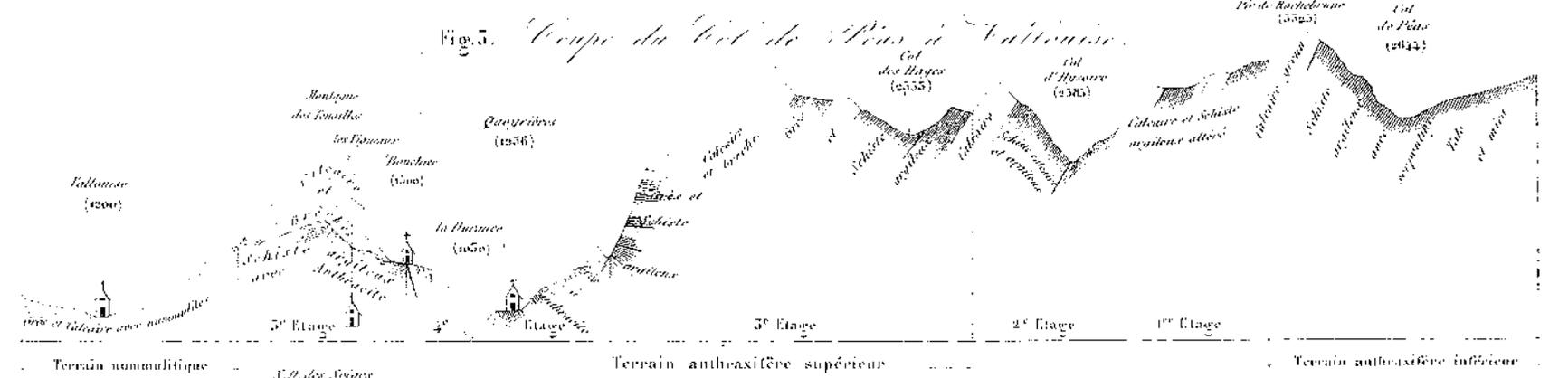


Fig. 4. Coupe du terrain anthracifère de l'Argentière

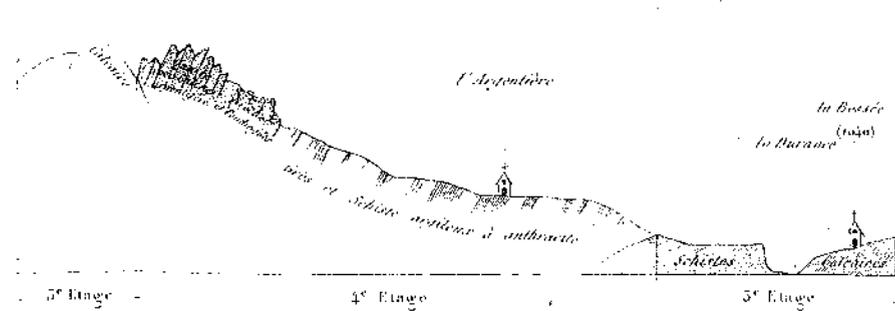
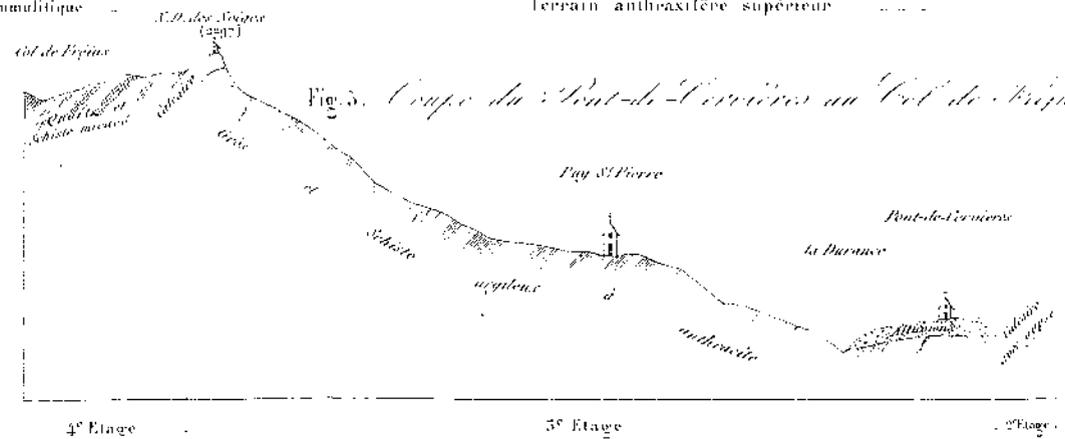
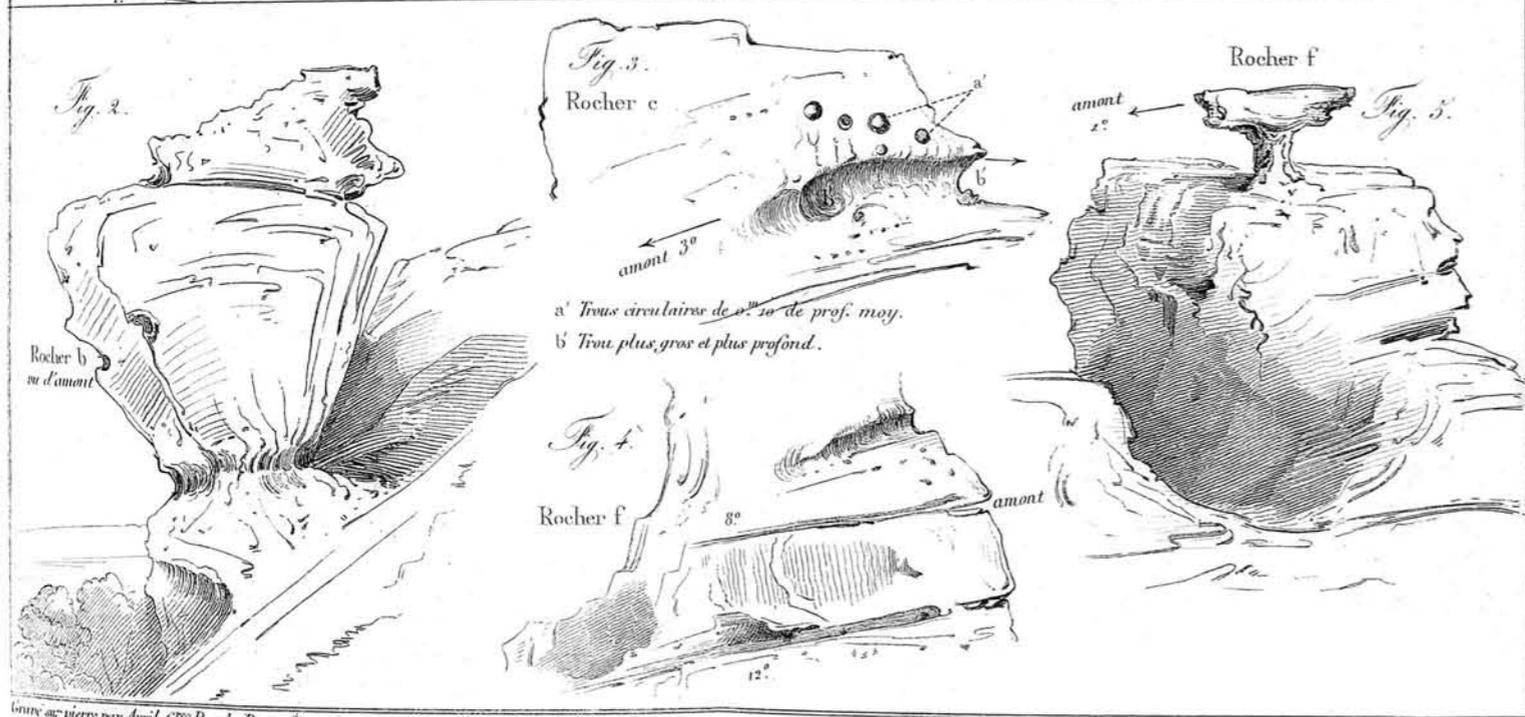
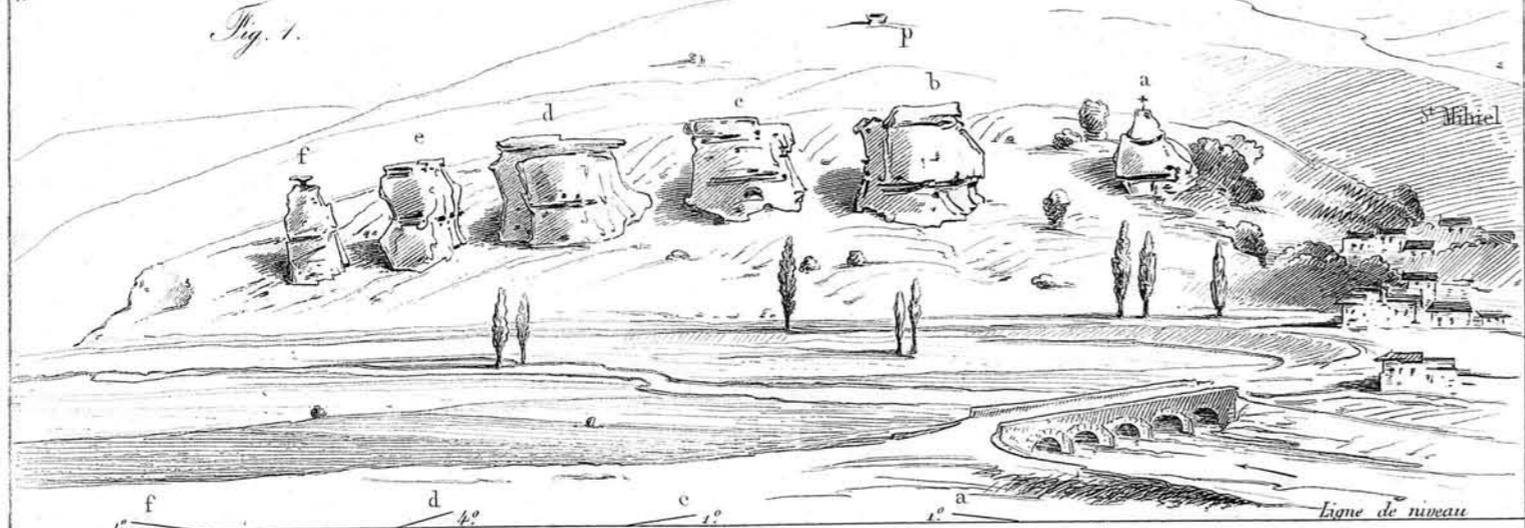


Fig. 5. Coupe du Pont-de-Cervièras au Col de Pignus



Nota. Les Coupes 1^{re}, 2^e et 3^e sont à l'échelle de 1/20,000 pour les hauteurs, et de 1/125,000 pour les distances horizontales.

Les chiffres entre parenthèses représentent les altitudes.



Gravé sur pierre par Avril, f^{rs} rue des Bernardins, 18.

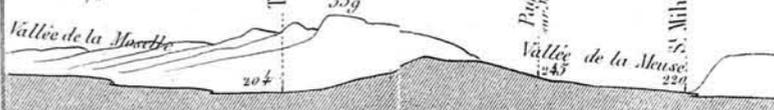
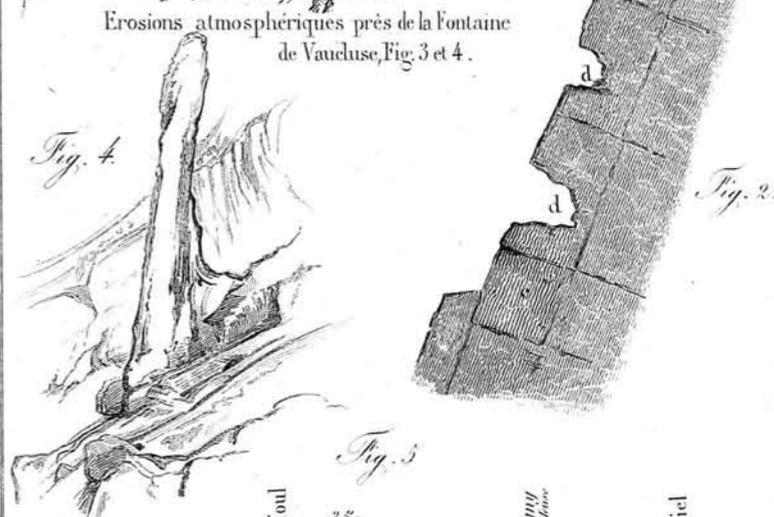
Hogard del.



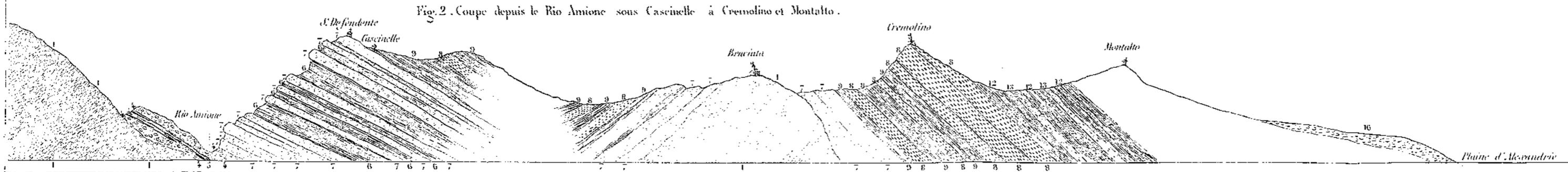
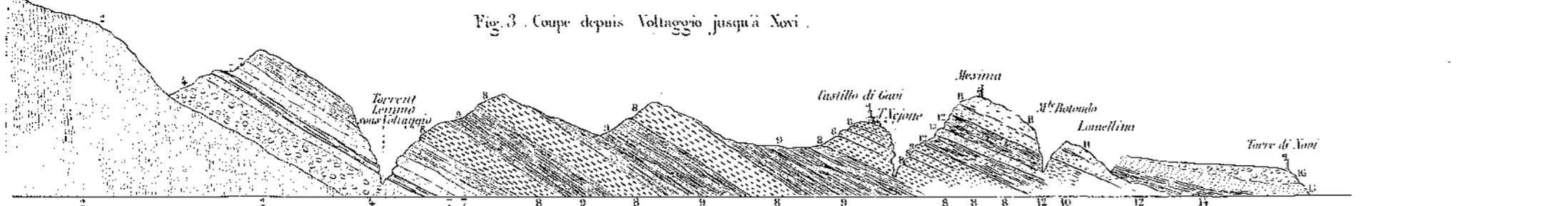
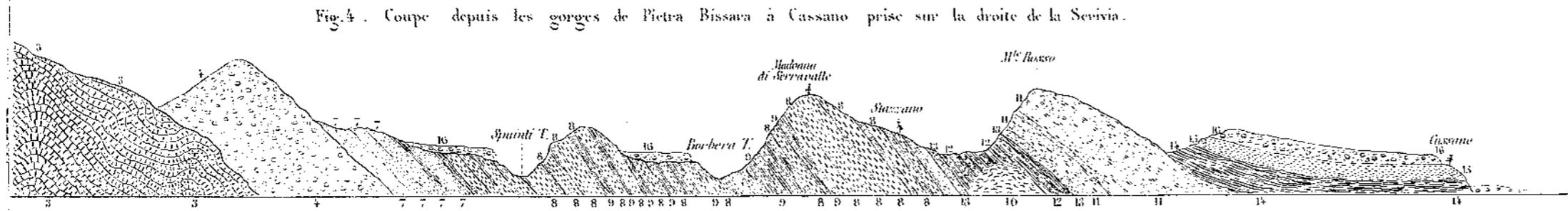
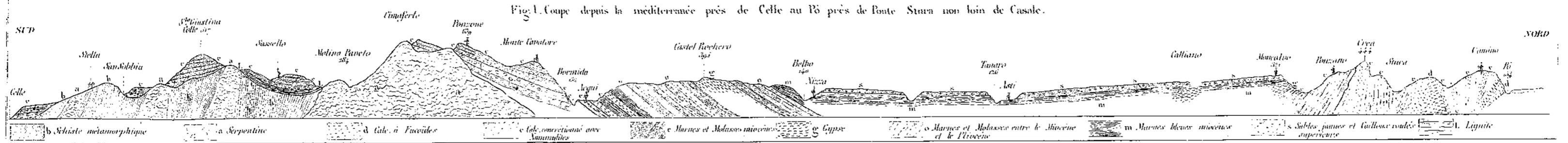
Erosions atmosphériques au Mont Salève, Fig. 1 et 2.



Erosions atmosphériques près de la Fontaine de Vaucluse, Fig. 3 et 4.



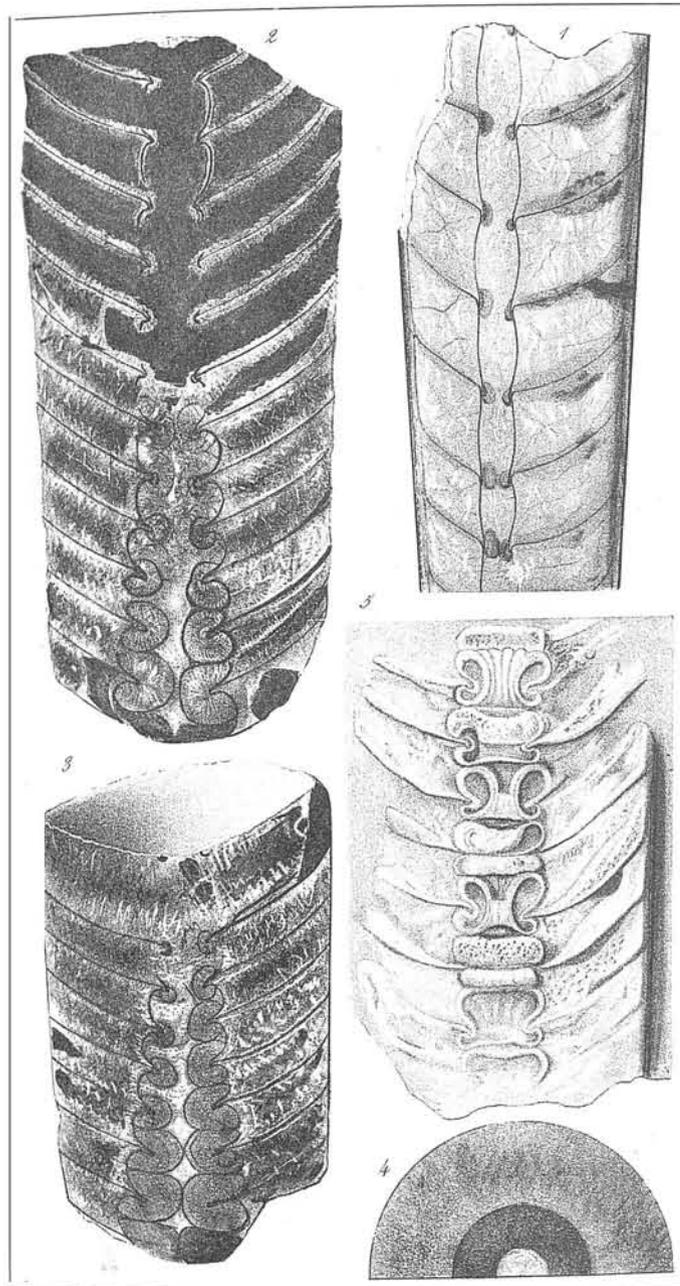
Lith. Kauppelin, Quai Voltaire, 17. Paris.



Gravé par Avril, 1877. Rue des Bernardins 33.

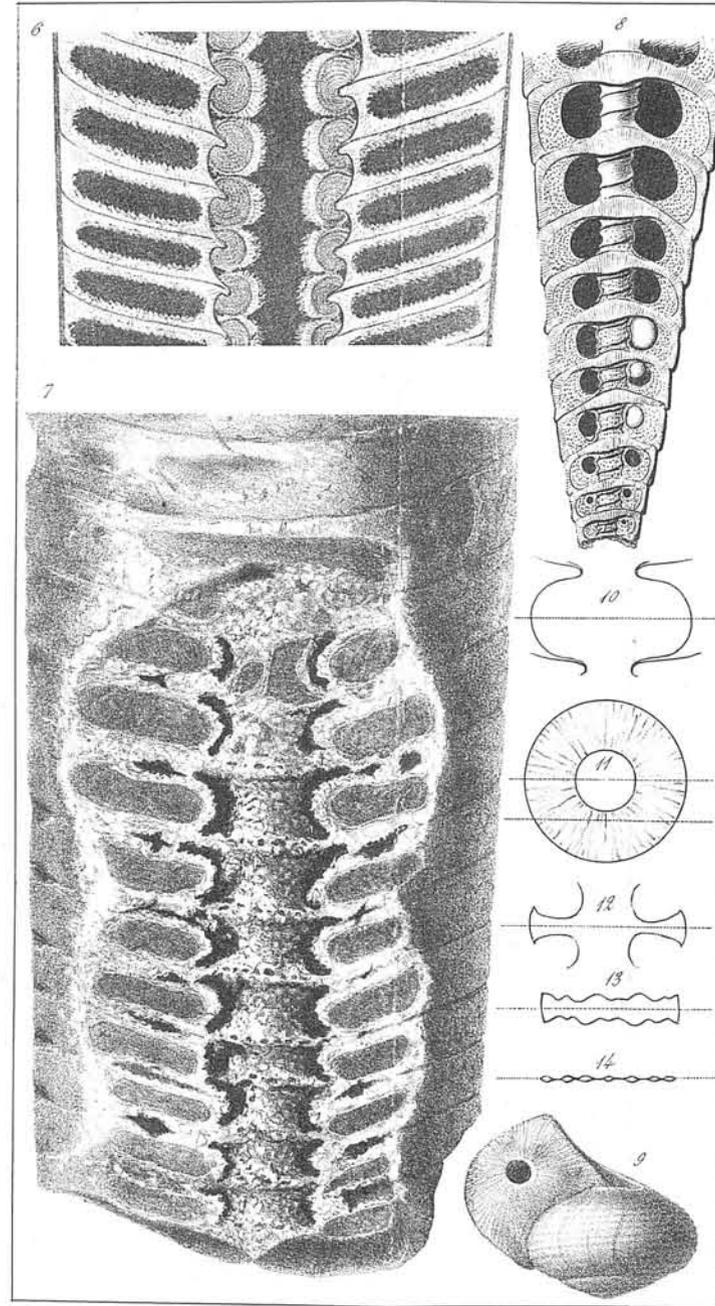
Lith. Bauppin & Schmitt 17. Paris.

Pl. A.

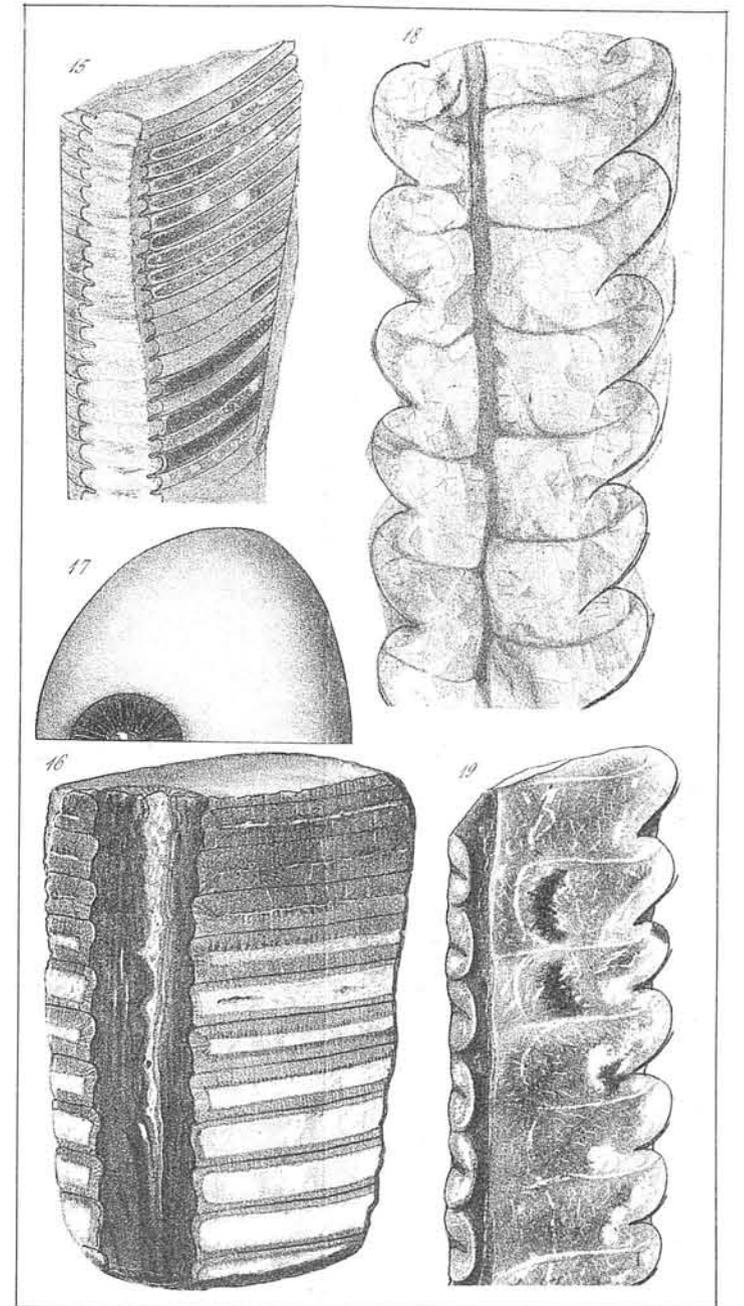


Humbert del.

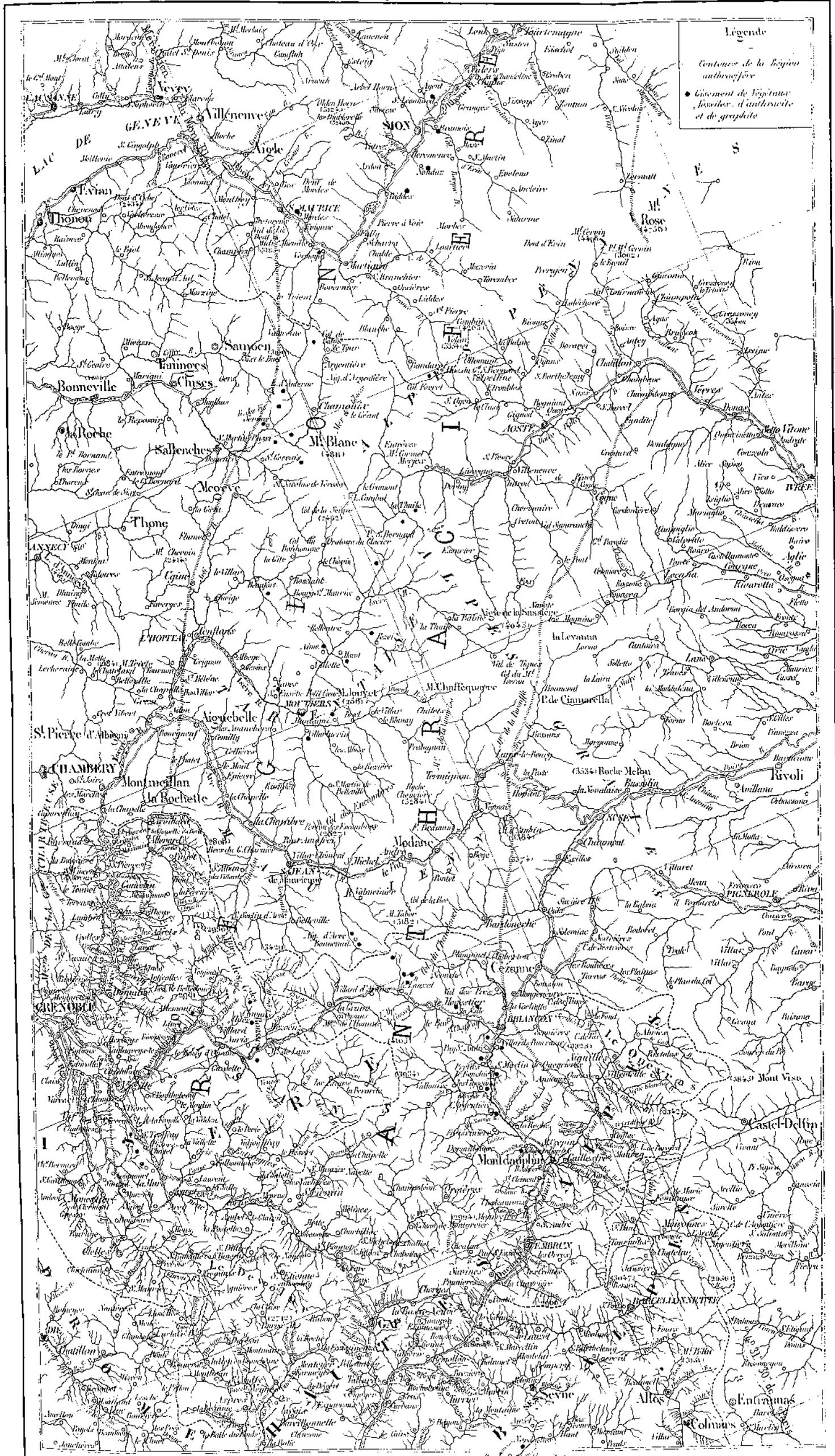
Pl. B.



Pl. C.

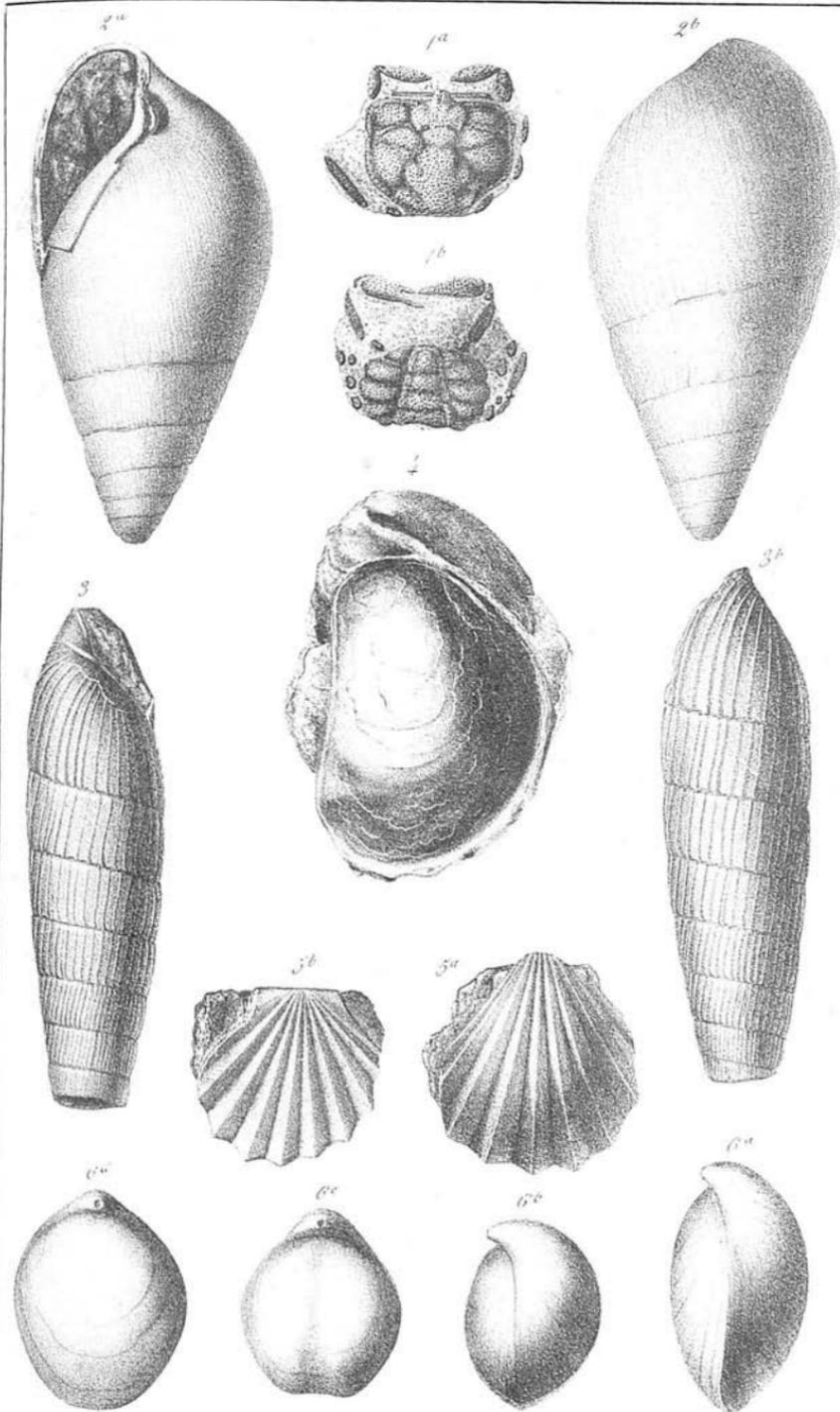


Imp. Lemercier, Paris.



Échelle 1:100,000

Échelle 1:100,000

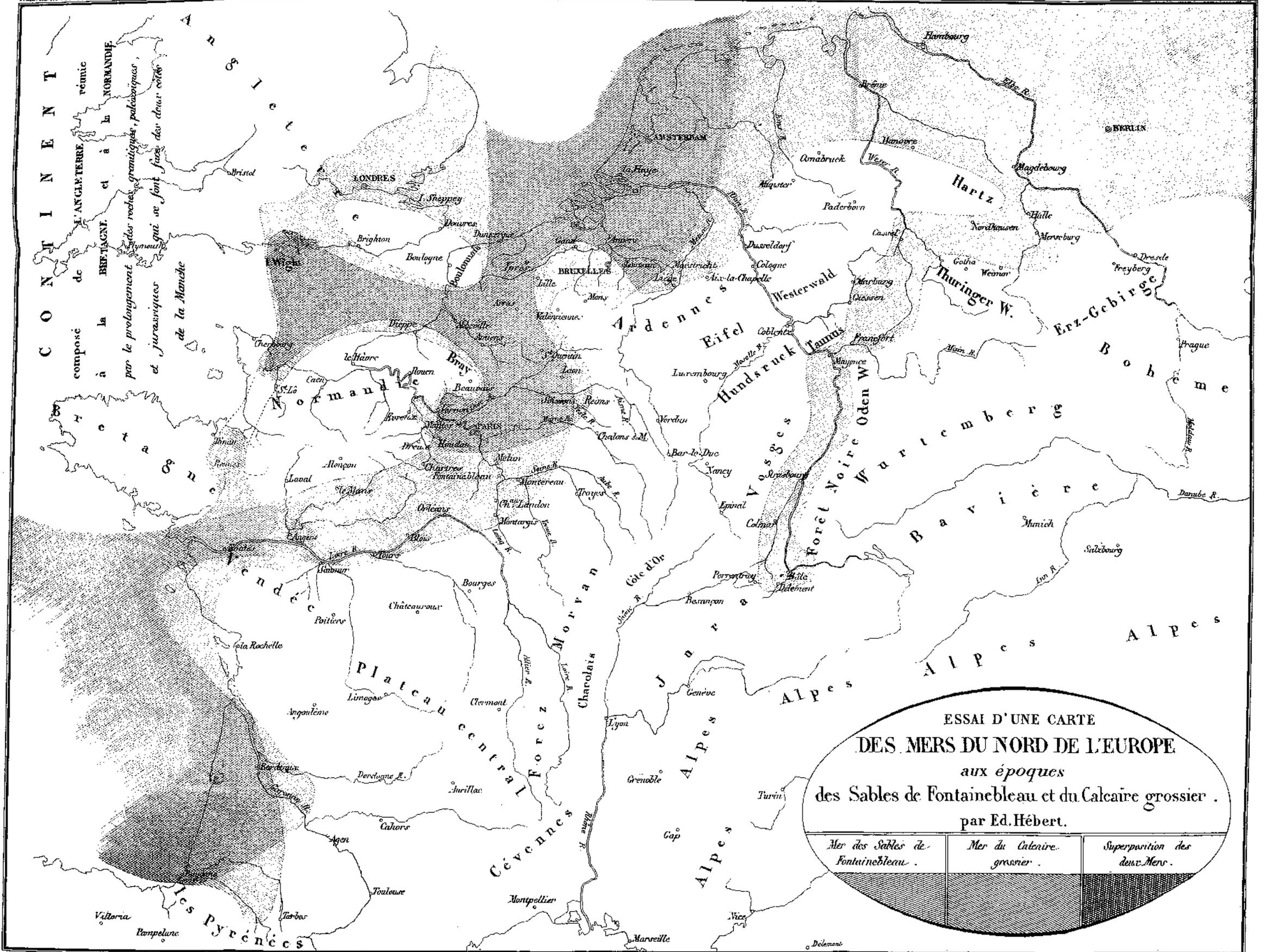


1. a, b. *Gonoplax impressa*.
2. a, b. *Bulinus Bouryi*.
3. a, b. *Clausilia Braumonti*.

4. *Cstrea Marmorai*.
5. a, b. *Pecten Lacazei*.
6. *Terebratulid Davidsoni*.

Humbert del.

Imp. Lemercier, Paris.



ESSAI D'UNE CARTE
 DES MERS DU NORD DE L'EUROPE
 aux époques
 des Sables de Fontainebleau et du Calcaire grossier .
 par Ed. Hébert.

Mer des Sables de Fontainebleau .	Mer du Calcaire grossier .	Superposition des deux Mers .
-----------------------------------	----------------------------	-------------------------------

Gravé par les frères Avril rue des Bernardins 18.

Bibl. Muséum d'histoire naturelle de Paris.

Fig. 1.

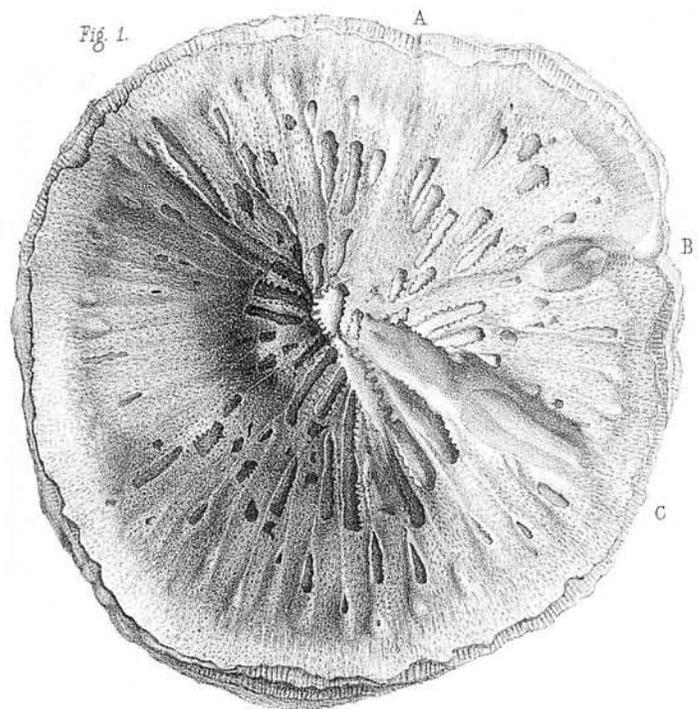
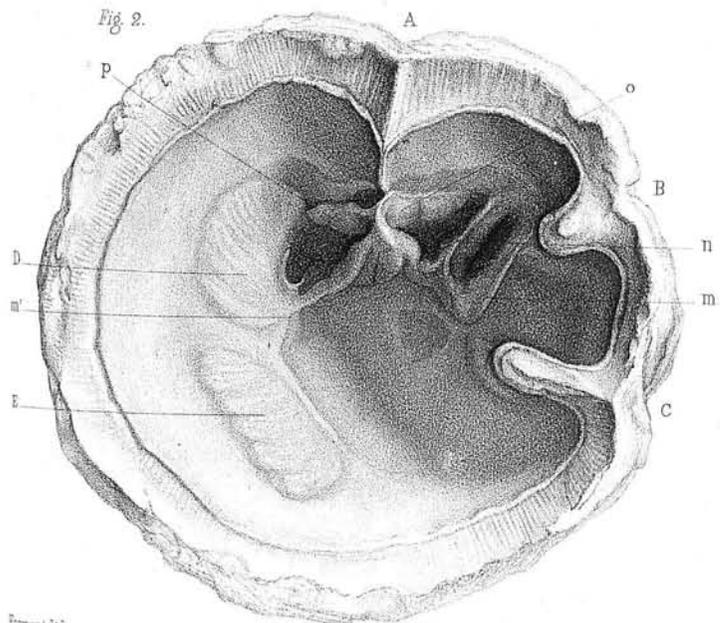


Fig. 2.



Formant l'orb.

Hippurites.

Fig. 3.

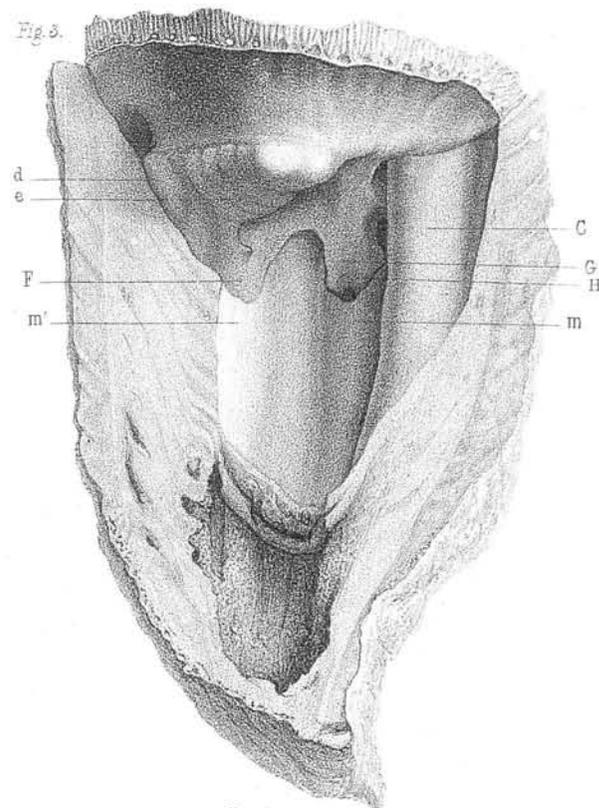
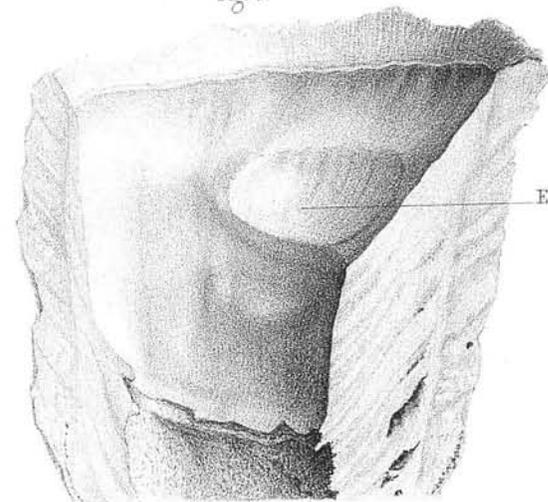
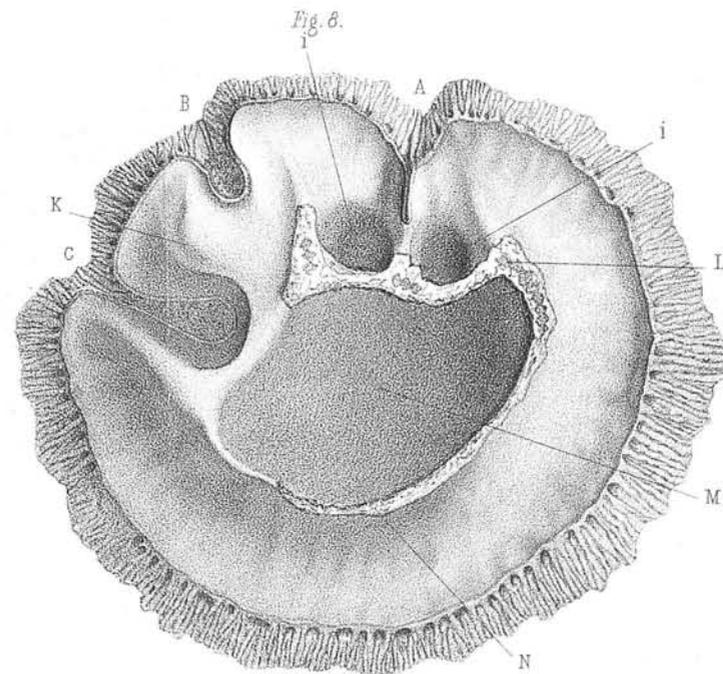
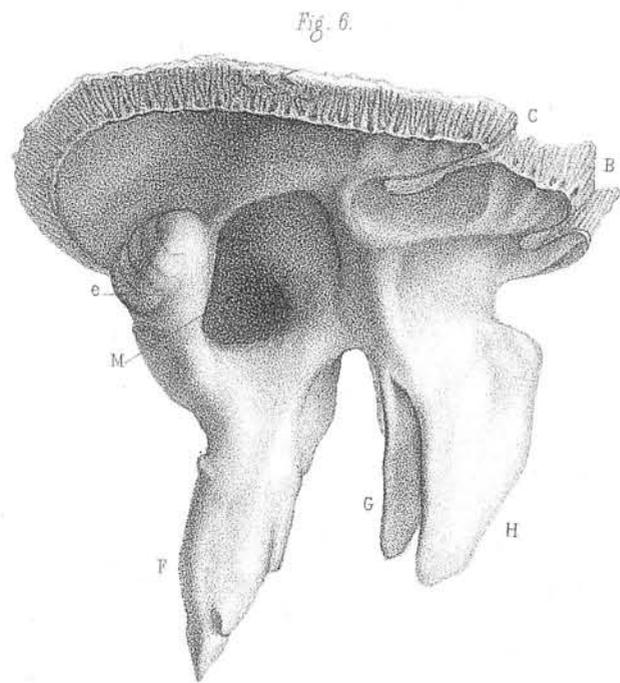
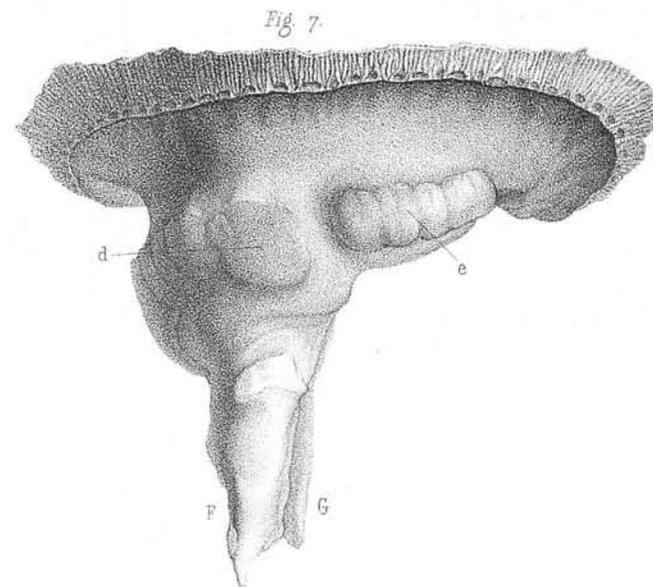
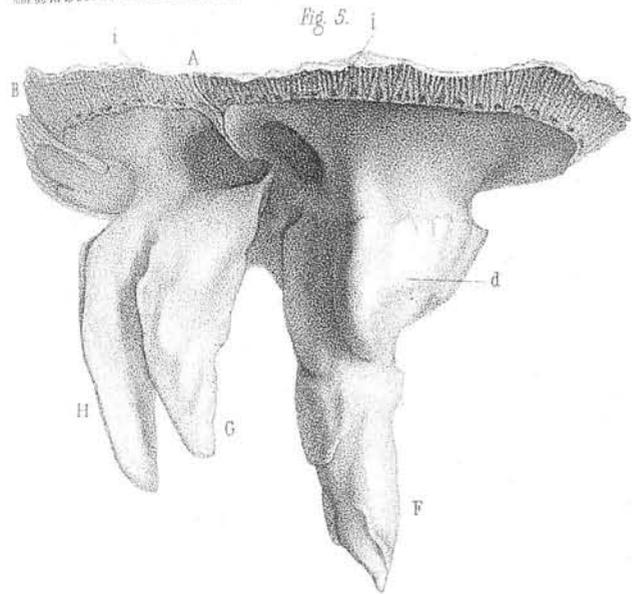


Fig. 4.



radiusus. Desm.

Imp. Becquet fr. Paris.



Fermeant delin.

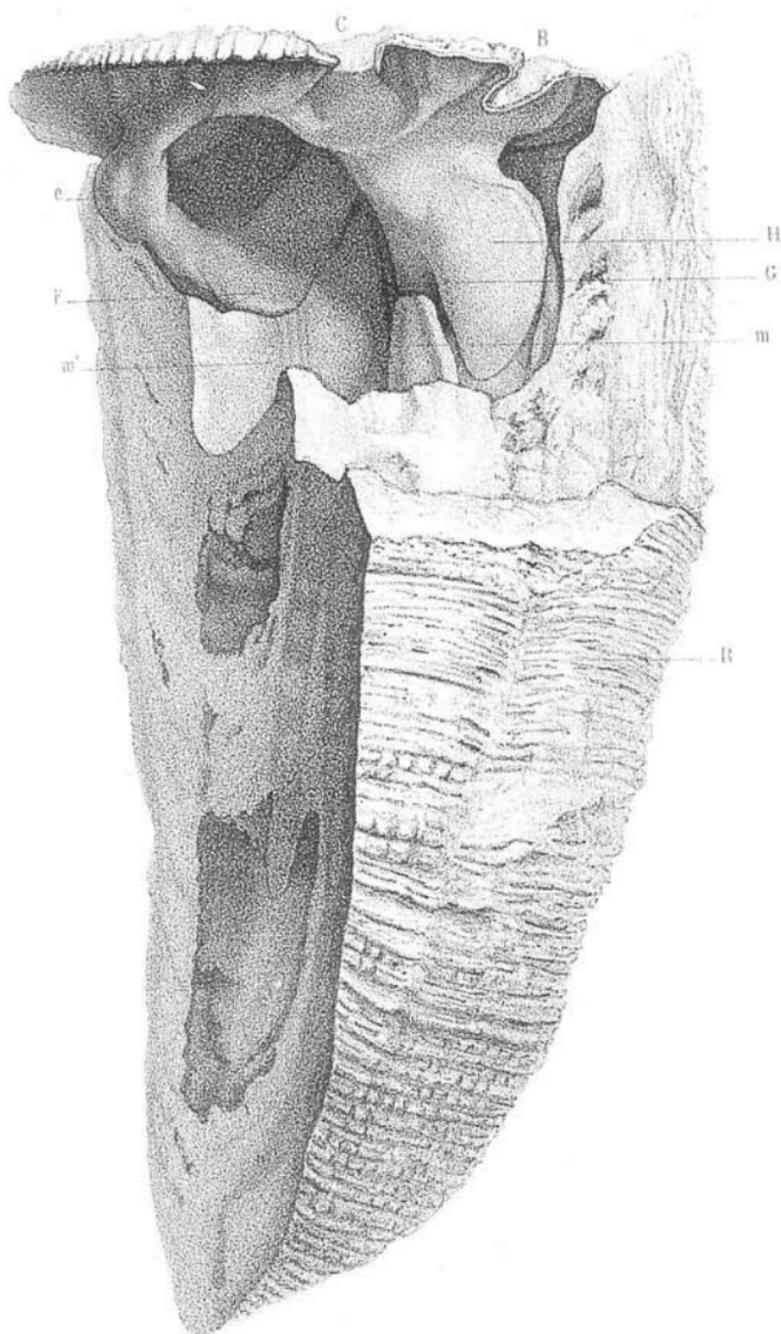
Hippurites.

radiusus. Desm.

Imp. Becquet fr. Paris.

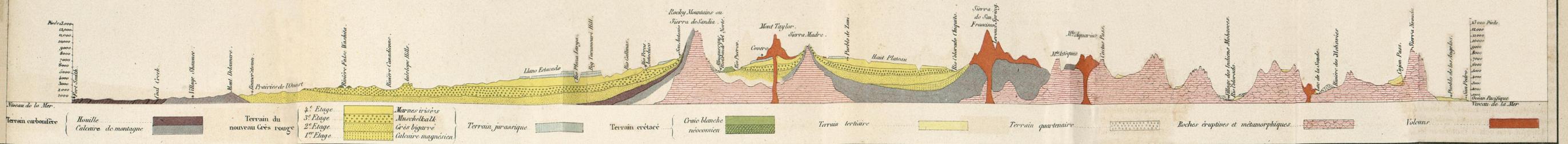
Mémoire de M. E. Bayle, sur les Hippurites.

Fig. 9.

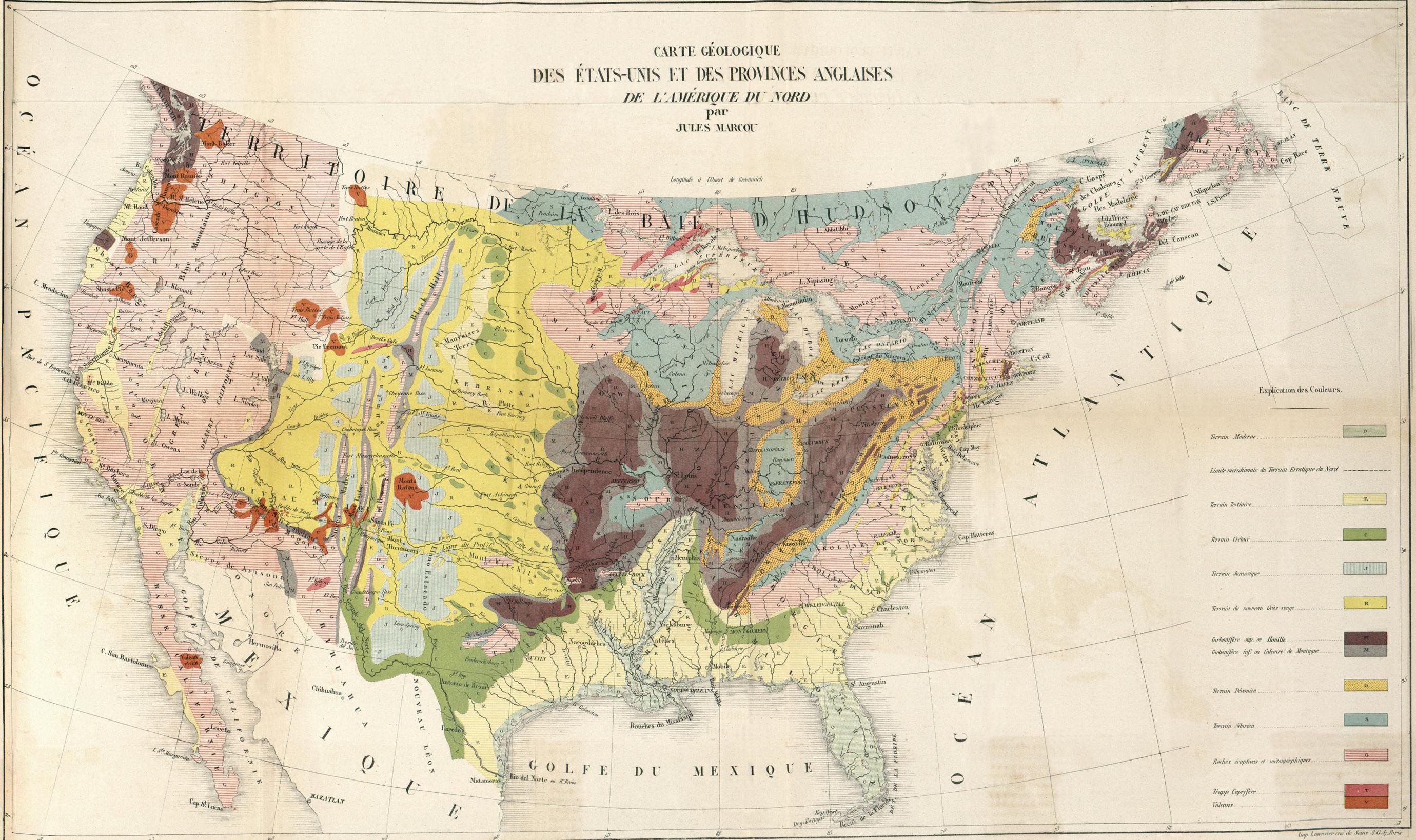


Hippurites radius. Desm.

Profil géologique du Fort Smith (Arkansas) au Pueblo de los Angeles (Californie)
Les hauteurs ont été mesurées au moyen du baromètre et trigonométriquement, pendant l'expédition du Lieutenant A. W. Whipple, de 1853-54.

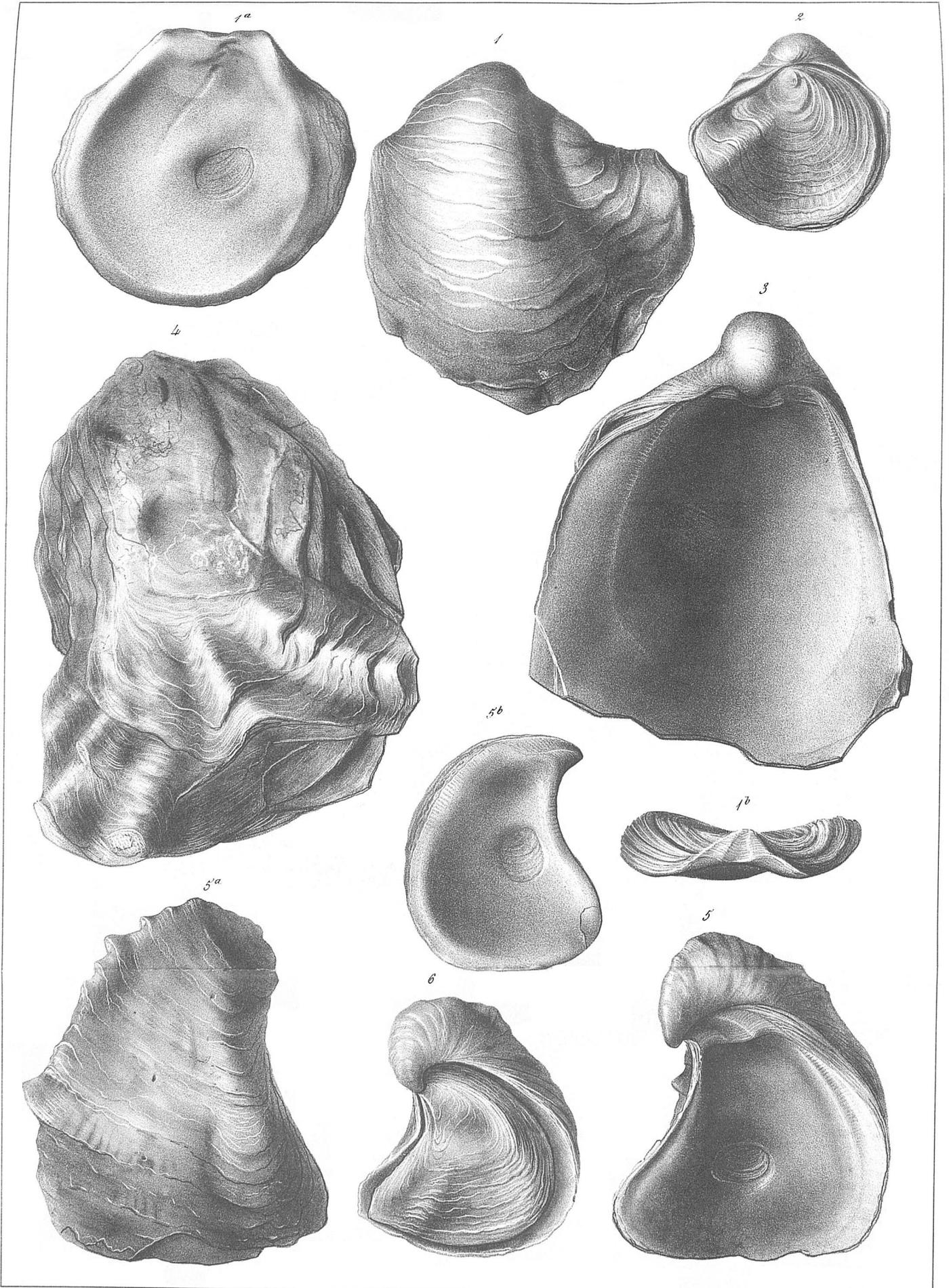


CARTE GÉOLOGIQUE
DES ÉTATS-UNIS ET DES PROVINCES ANGLAISES
DE L'AMÉRIQUE DU NORD
par
JULES MARCOU



Explication des Couleurs.

- Terrain Moderne
- Limite méridionale du Terrain Ératique du Nord
- Terrain Tertiaire
- Terrain Crétacé
- Terrain Jurassique
- Terrain du nouveau Grès rouge
- Carbonifère sup. ou Houille
- Carbonifère inf. ou Calcaire de Montagne
- Terrain Dévonien
- Terrain Silurien
- Roches éruptives et métamorphiques
- Trapp Cuprifère
- Volcans

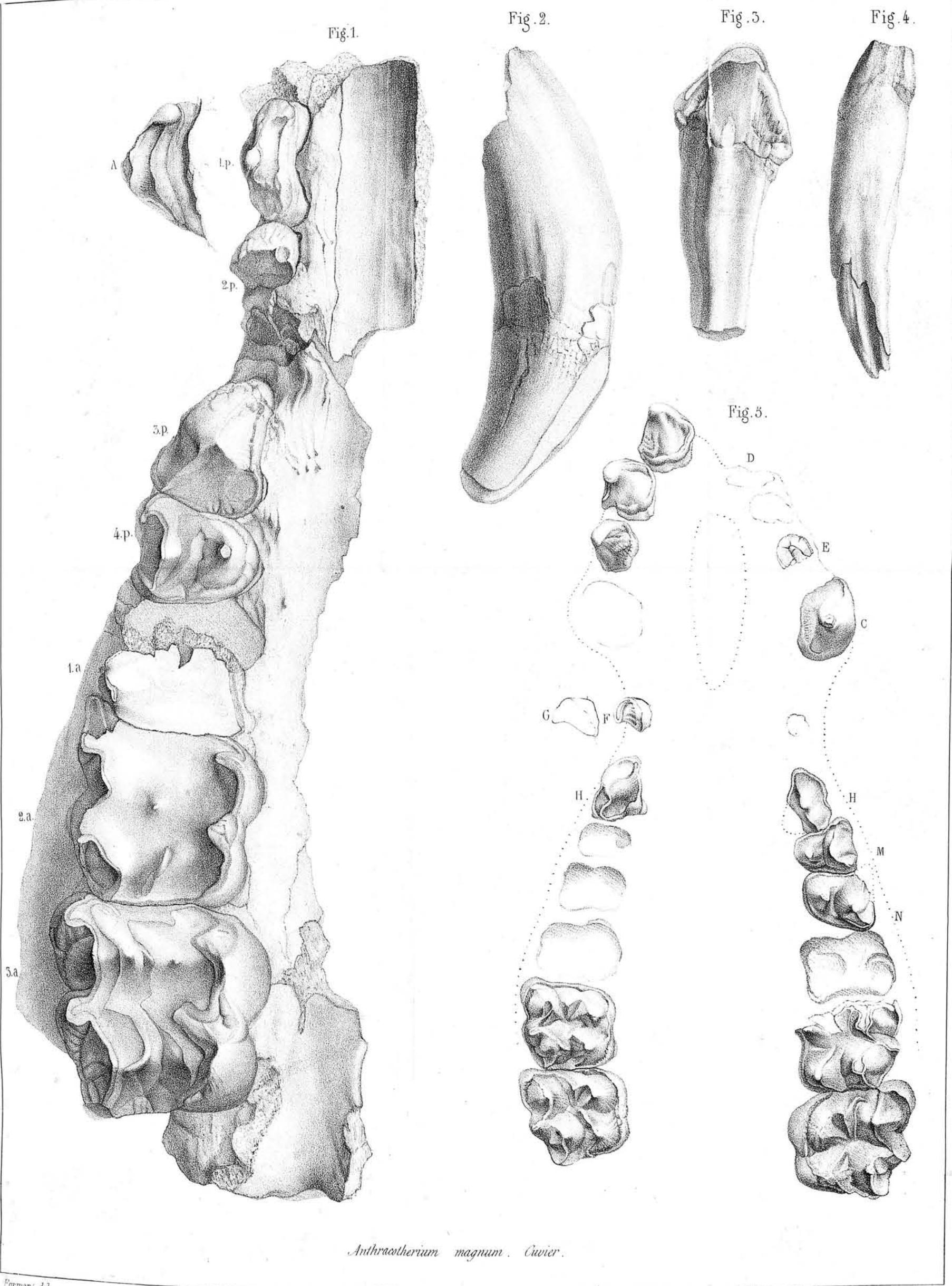


Humbert del. et lith.

Imp. Lemercier, Paris.

Fig. 1 a.b. *Gryphaea dilatata*, Sow.
 2. ——— *id.* (jeune)
 3. ——— *id.* var. *Tucumcariv.*

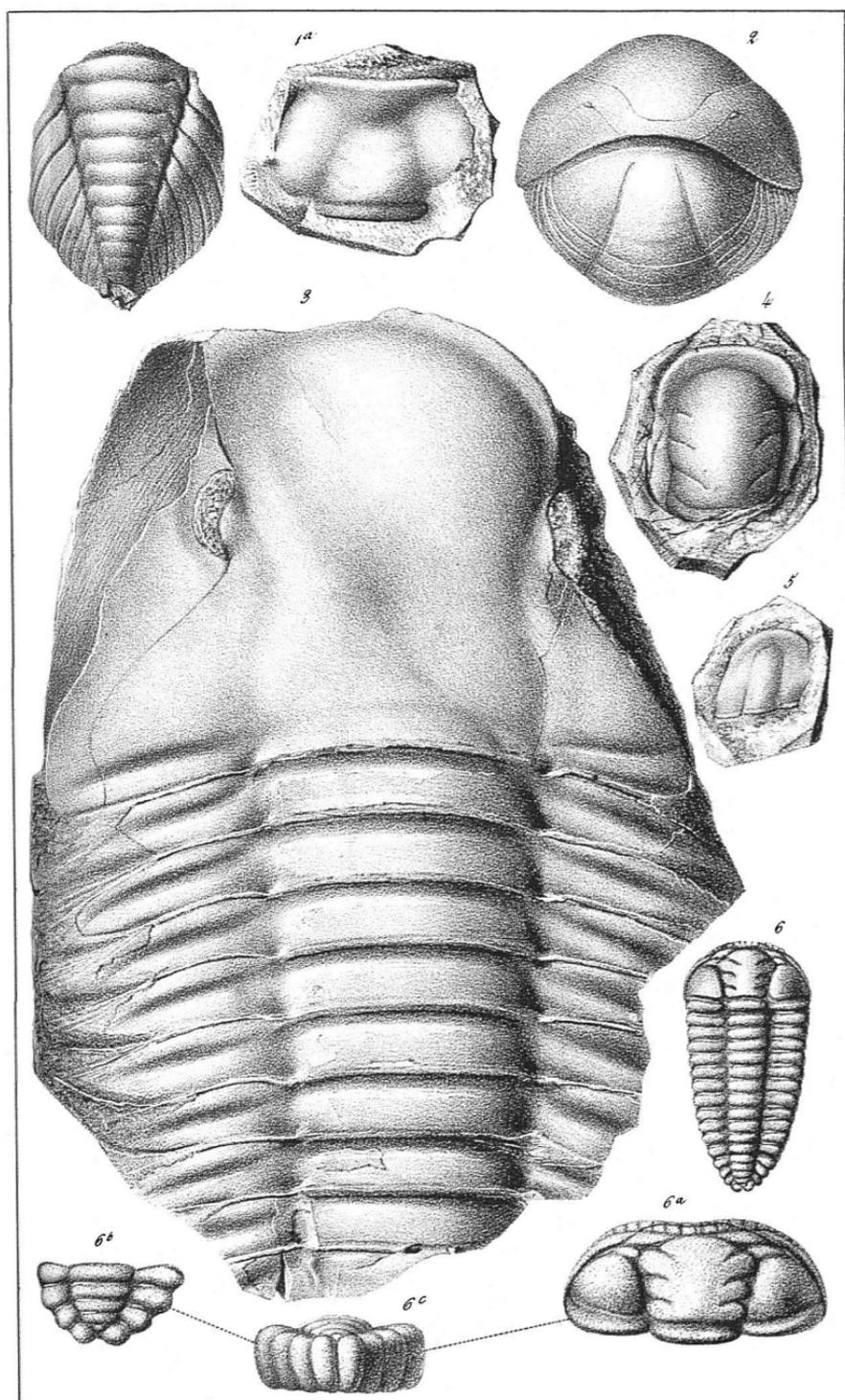
Fig. 4. *Ostrea Marshii*, Sow.
 5 a.b. *Gryphaea Pitcheni*, Mort.
 6. ——— *id.* (jeune).



Anthracotherium magnum. Cuvier.

Formani del.

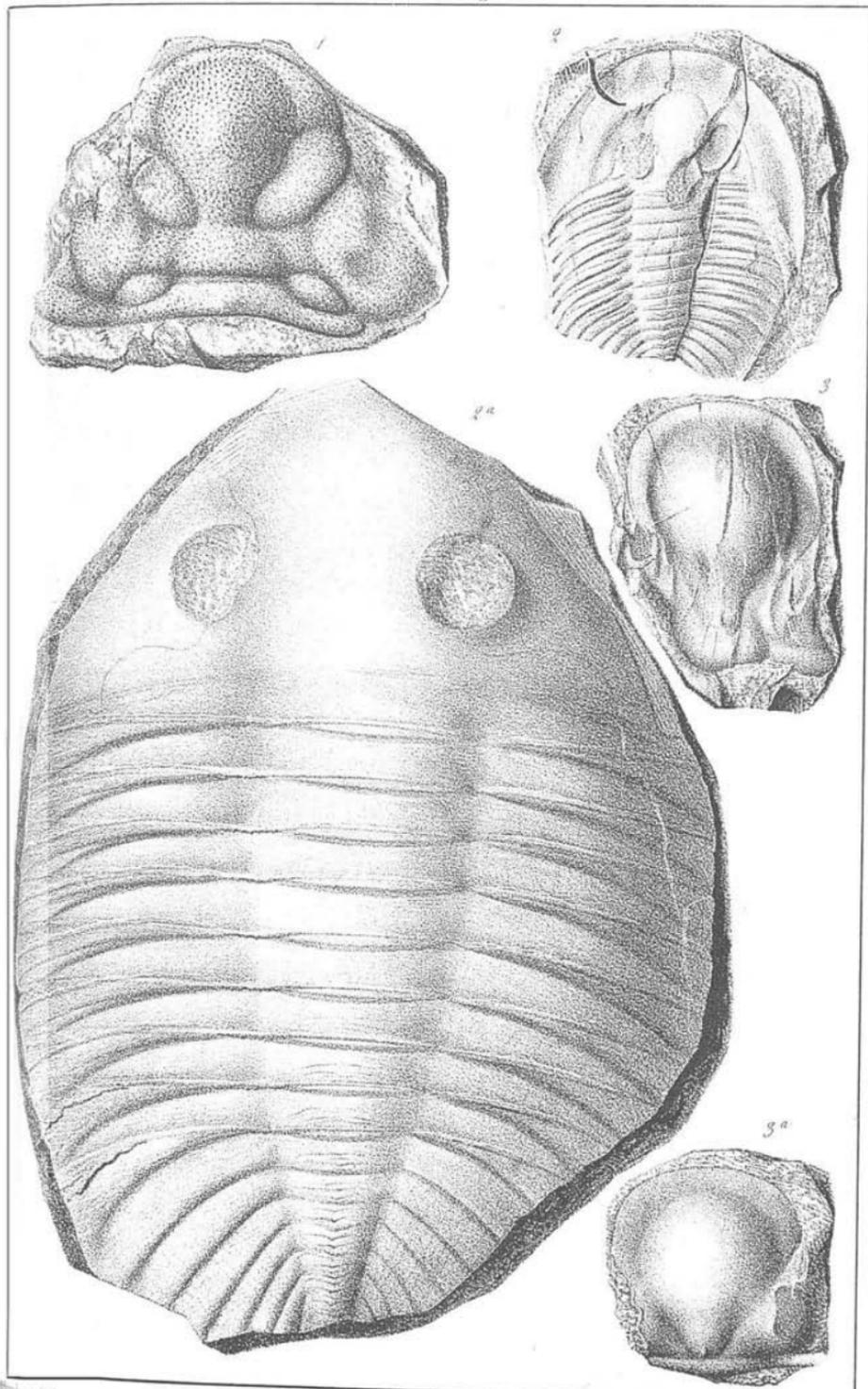
Imp. Lemercier, Paris.



Milbert del.

Imp. Lemercier, Paris

- | | |
|--|--|
| 1 <i>Homalonotus Brongniarti</i> Desl. | 4 <i>Cheirurus Marianus</i> nob. |
| 2 <i>H. rarus</i> . Corda. | 5 <i>Ellipsocephalus Pradoanus</i> nob. |
| 3 <i>Asaphus Ciarus</i> nob. | 6 <i>Placoparia Tourneminei</i> Rozauil. |



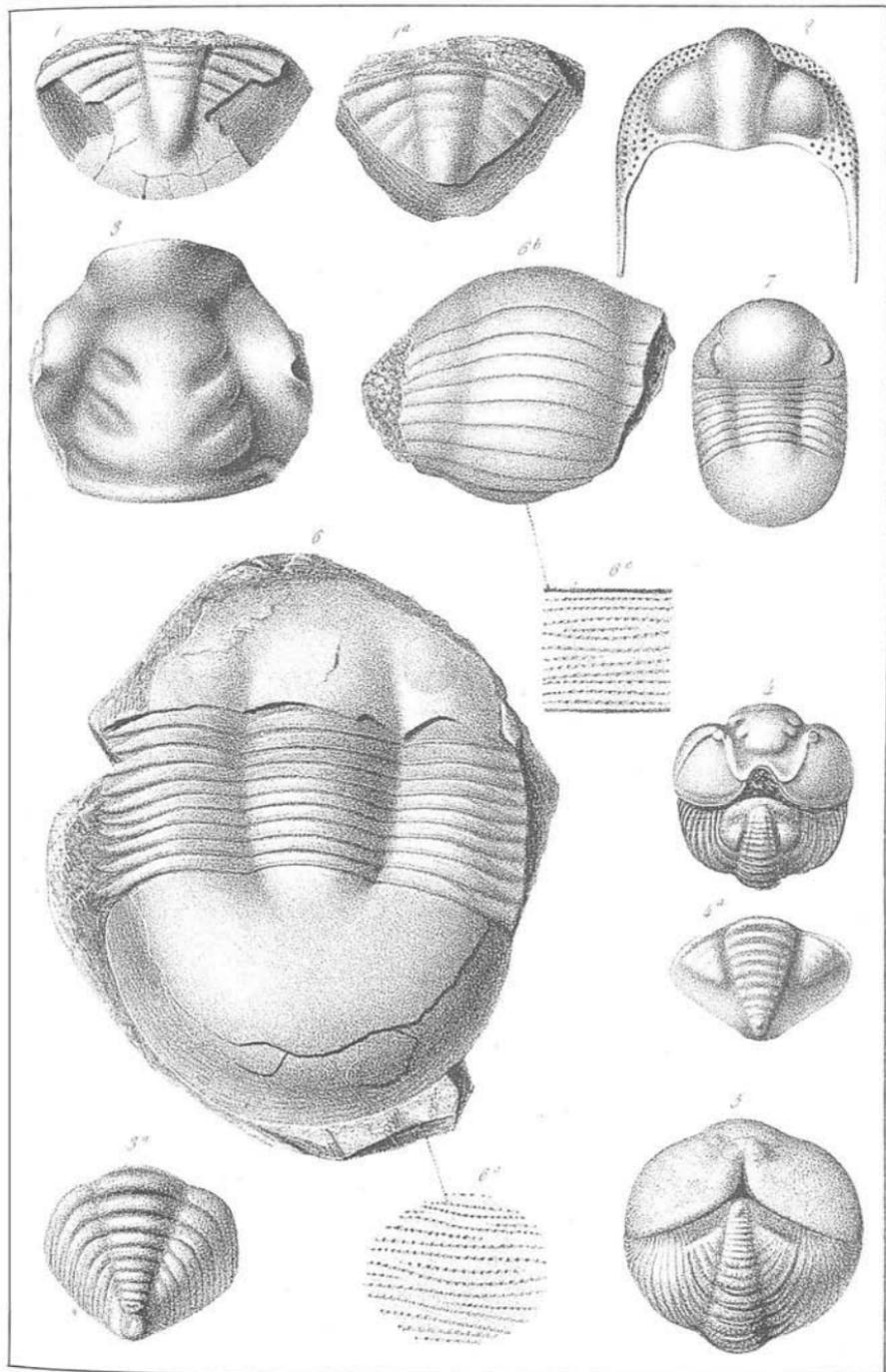
Werner lith.

Asaphus hispanica nob.

| *Asaphus nobilis* Barr.

| *Asaphus contractus* nob.

Imp. Lemercier, Paris



Humbert del.

Imp. Lemercier Paris.

1 *Asaphus glabratus* Sharpe

2 *Trinucleus Goldfussi* Barr.

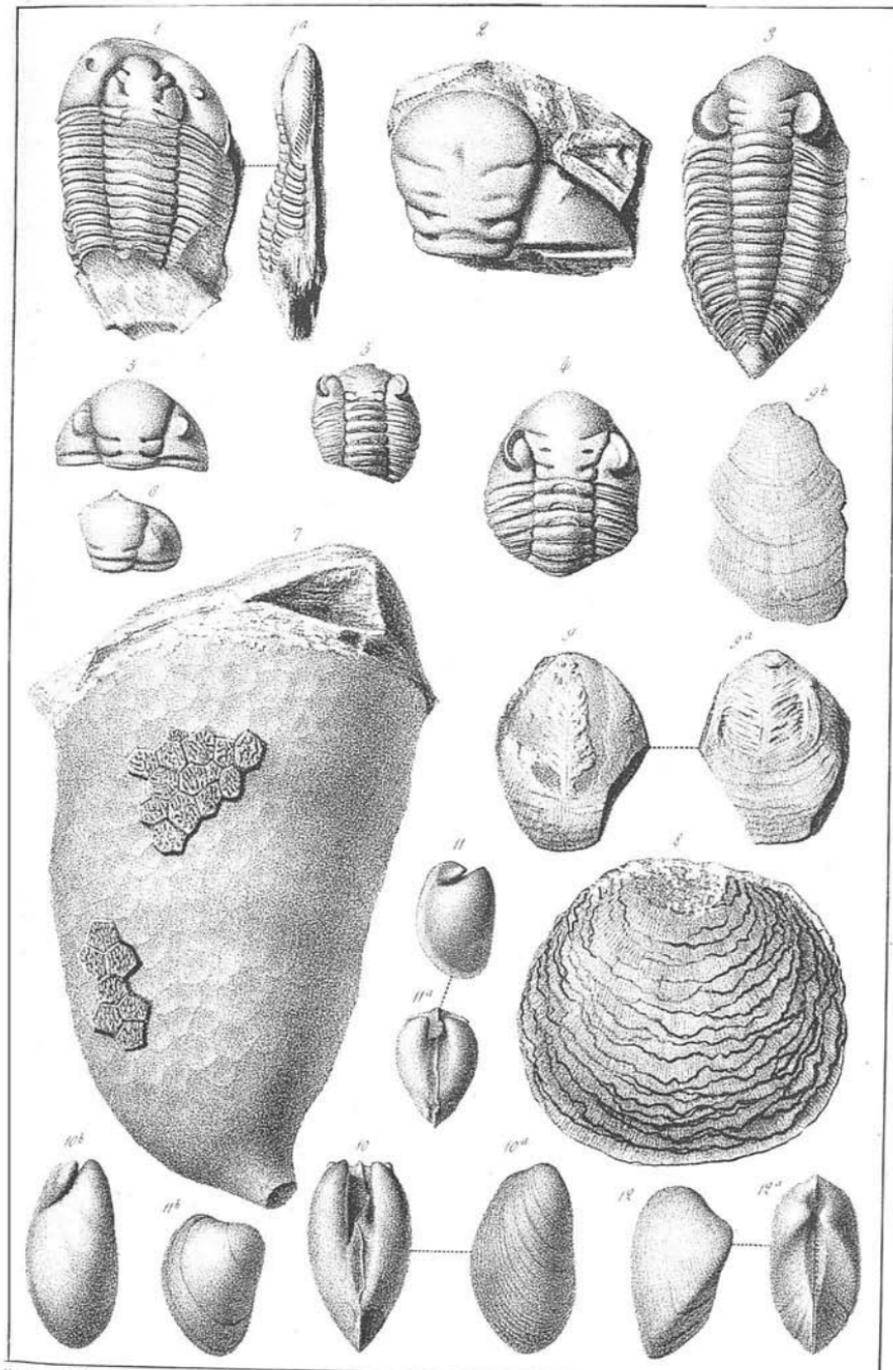
3 *Calymene Fristani* Erong

7 *Manus Sanchezi* nob.

4 *Calymene Arago* Rou

5 *C. transiens* nob.

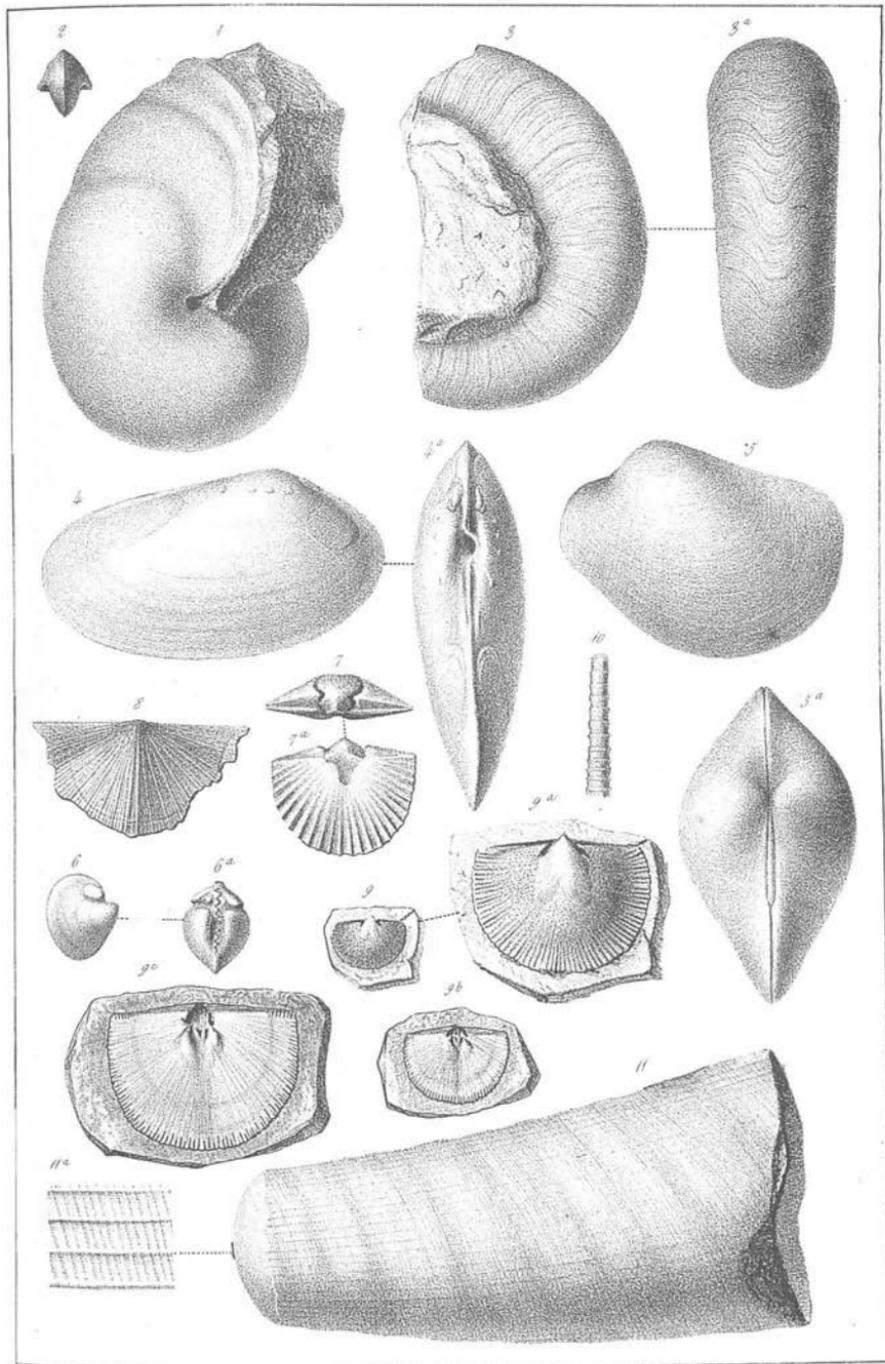
6 *Manus Hispanicus* nob.



Humbert, del.

Imp. Lemerrier Paris

- | | | |
|----------------------------------|--|-------------------------------------|
| 1 <i>Calymene pulchra</i> Barr. | 5 <i>Dalmanites Phillipxi</i> Barr. | 9 <i>O. Bowleri</i> nob. |
| 2 <i>Dalmanites socialis</i> id. | 6 <i>D. Dujardini</i> Rou. | 10 <i>Redonta Deshayesiana</i> Rou. |
| 3 <i>D. Terrubia</i> nob. | 7 <i>Echinospiraetes Murchisoni</i> nob. | 11 <i>R. Duvaliani</i> id. |
| 4 <i>D. Veillardii</i> Rou. | 8 <i>Obolus filiosus</i> Hall sp. | 12 <i>Arca Navarropina</i> nob. |



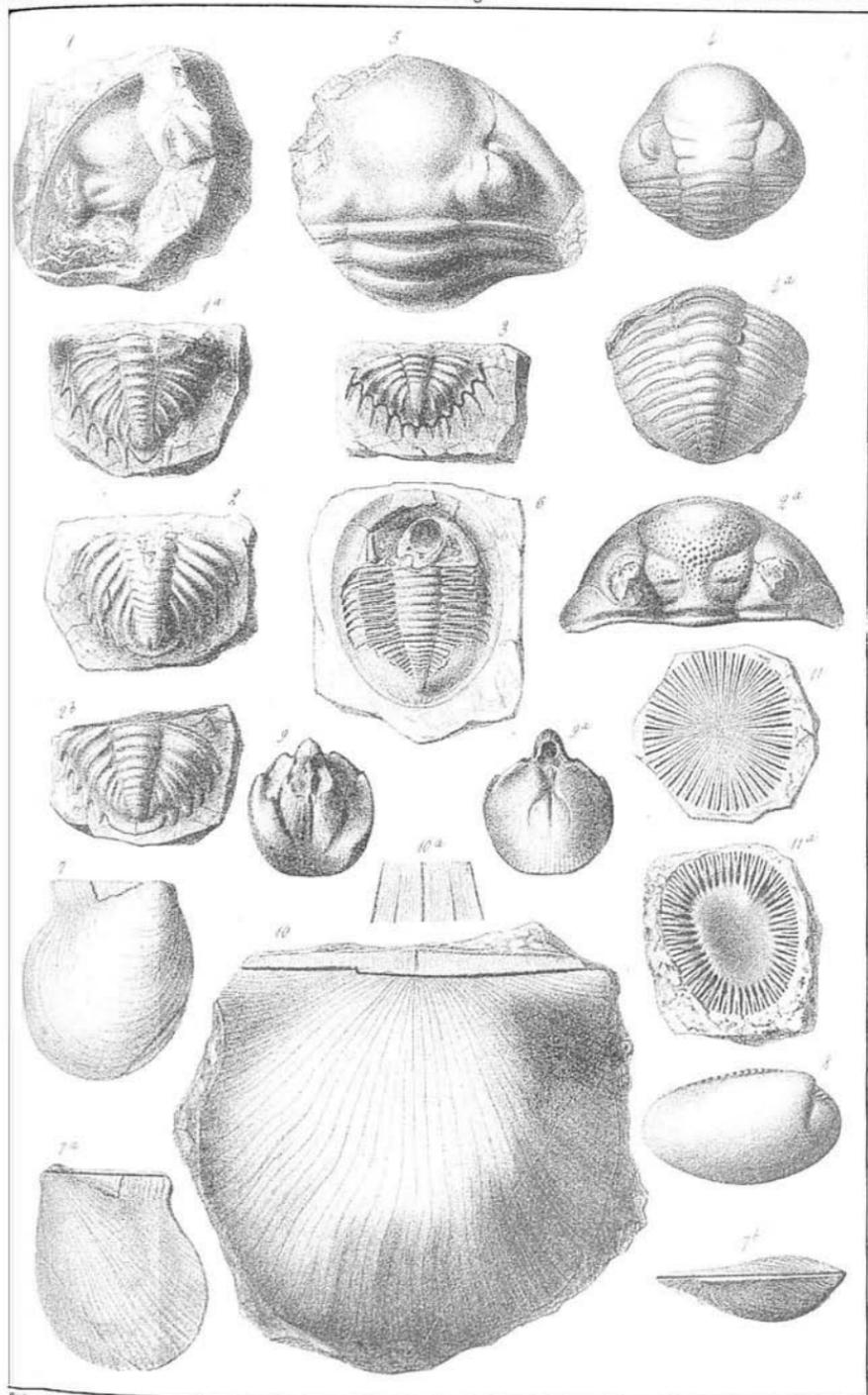
Humbert del.

Imp. Lemercier, Paris.

1 *Bellerophon bilobatus* Sow.
 2 *B. acutus* id.
 3 *Littorites intermedius* nob.
 4 *Sanguinolites Pellicci*. nob.

5 *Cucullaea Caravantasi* nob.
 6 *Nucula Fehere* Sharpe.
 7 *Orthis calligramma* Dalman.

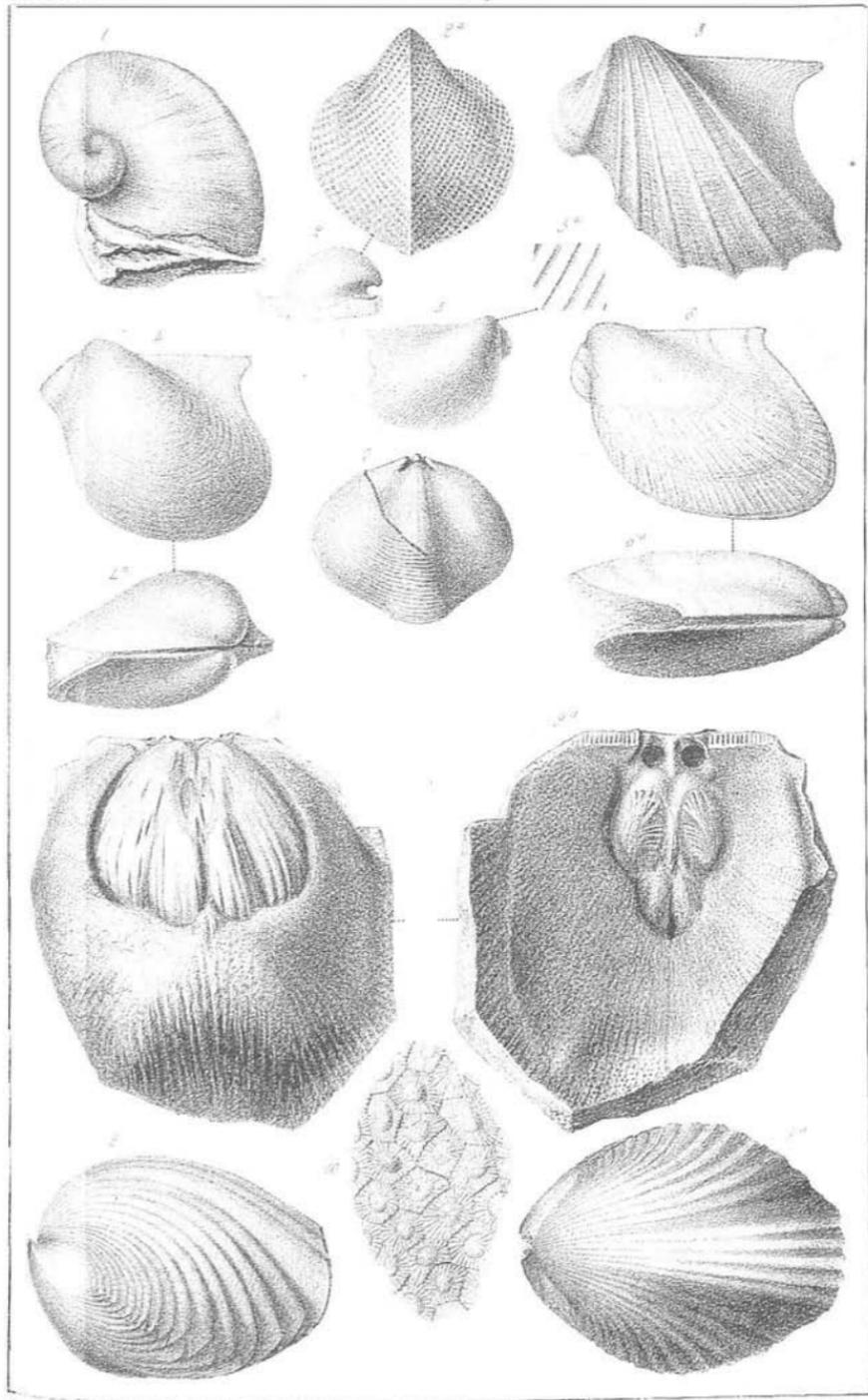
8 *Orthis vespertilio* Sow.
 9 *O. testudinaria* Dalman.
 10 *Diaculites solaris* Schl.
 11 *Cyrtoceras Lujani* nob.



Robert del.

Imp. Lomercier, Paris

- | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1 <i>Asaphus laciniata</i> Roem. | 5 <i>Asaphus glabratus</i> Sh. | 8 <i>Nicola Hopensuchi</i> nob. |
| 2 <i>Asaphus sublaciniata</i> nob. | 6 <i>A. nobilis</i> Barr. | 9 <i>Trochrotata Orbignyana</i> Ver. |
| 3 <i>Asaphus stellifer</i> Barr. | 7 <i>Avicula Schulzei</i> nob. | 10 <i>Leptana Phillipi</i> Barr. |
| 4 <i>Downingia Murch.</i> | | 11 <i>Comosphyllum Maranum</i> nob. |



Dessins de

Jean Lemoigne Paris

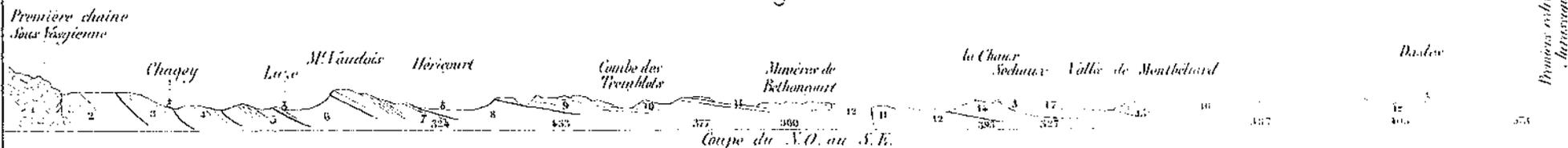
1 *Apicula compressus* Goldf.
 2 *A. cassidens* Arch. et Verri.
 3 *Avicula Pailletti* nob.

4 *Avicula lavis* Goldf.
 5 *A. suberinita* nob.
 6 *Avicula Leployi* nob.
 7 *Trochotrachia undata* Del.

8 *Trochotrachia Montana* nob.
 9 *Ligularia Philippi* Barr.
 10 *Ligularia Pragana* Haime.

Note de M. BENOIT sur le terrain sidérolitique des environs de Montbéliard (Duché.)

Fig. 1.



Première chaîne sous Vosgienne

Fig. 2.

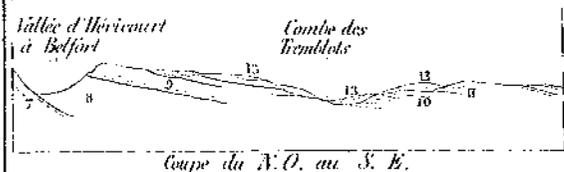


Fig. 3.

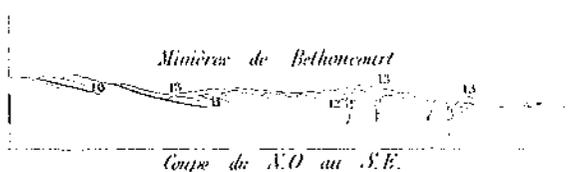


Fig. 4.

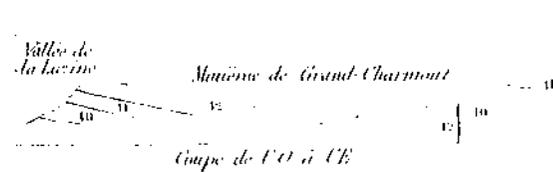


Fig. 5.

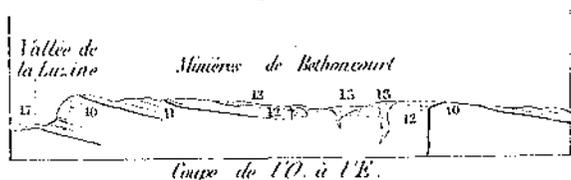


Fig. 6.

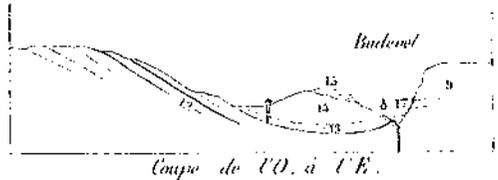


Fig. 7.

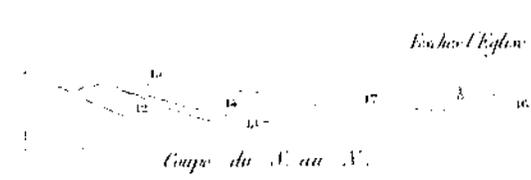


Fig. 8.

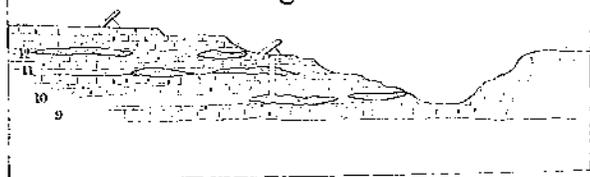
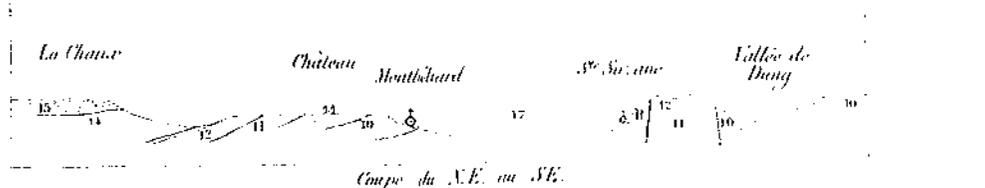


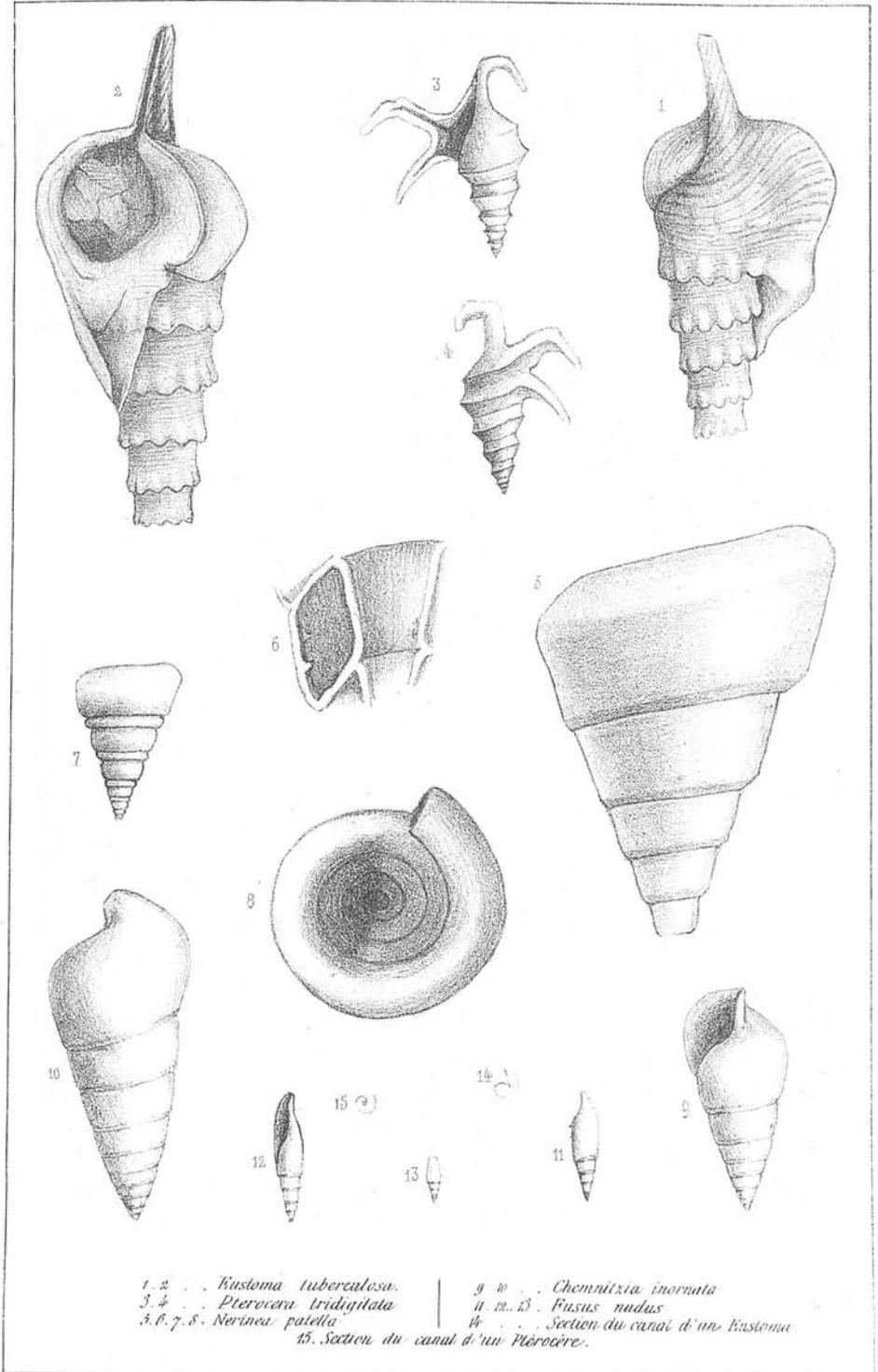
Fig. 9.



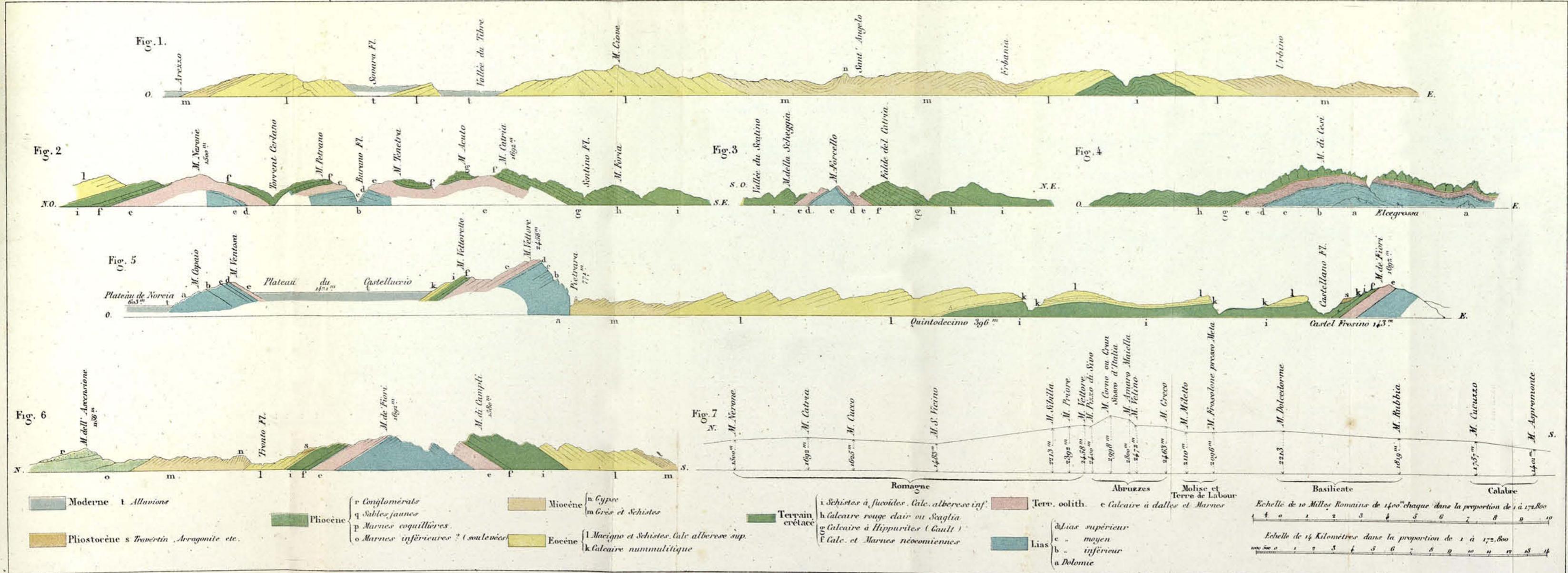
- 1 Terrain de transition, granitique, porphyro
- 2 Grès rouge
- 3 Grès bigarré
- 4 Muschelkalk
- 5 Marnes irisées avec dolomies
- 6 Liav

- 7 Oolite inférieure
- 8 Oolite
- 9 Corallien
- 10 Marnes et calcaires à *Astartes*
- 11 Marnes et calcaires à *Platyceras*
- 12 Marnes et calcaires à *Ostrea virgata*

- 13 Marnes de terrain sidérolitique
- 14 Marnes et argiles sidérolitiques
- 15 Galets jurassiques (*gryphodontes*)
- 16 Melasse marine
- 17 Alluvions modernes

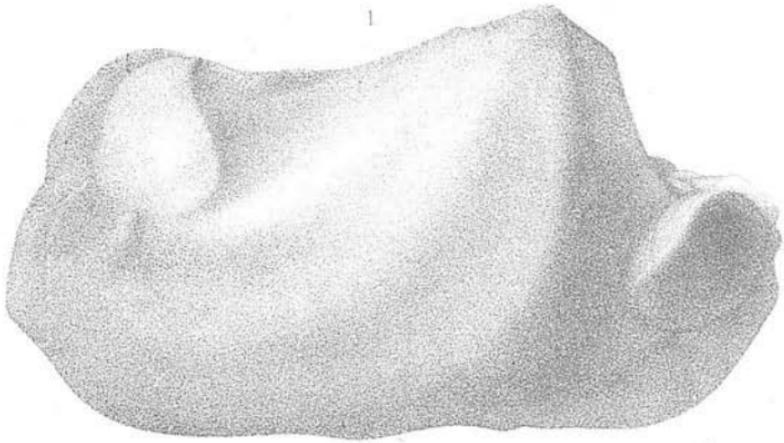


1. 2. . . . *Exostoma tuberculosa.* | 9. 10. . . . *Chemnitzia inornata*
 3. 4. . . . *Pterocera tridigitata* | 11. 12. 13. . . . *Fusus nudus*
 5. 6. 7. 8. *Nerinea patella* | 14. . . . Section du canal d'un *Exostoma*
 15. Section du canal d'un *Pterocère.*



Gravé par Avril, f^{rs} R. des Bernardins 18.

Lith. Koepelin & Voltaire 17, Paris.



$\frac{3}{4}$
2

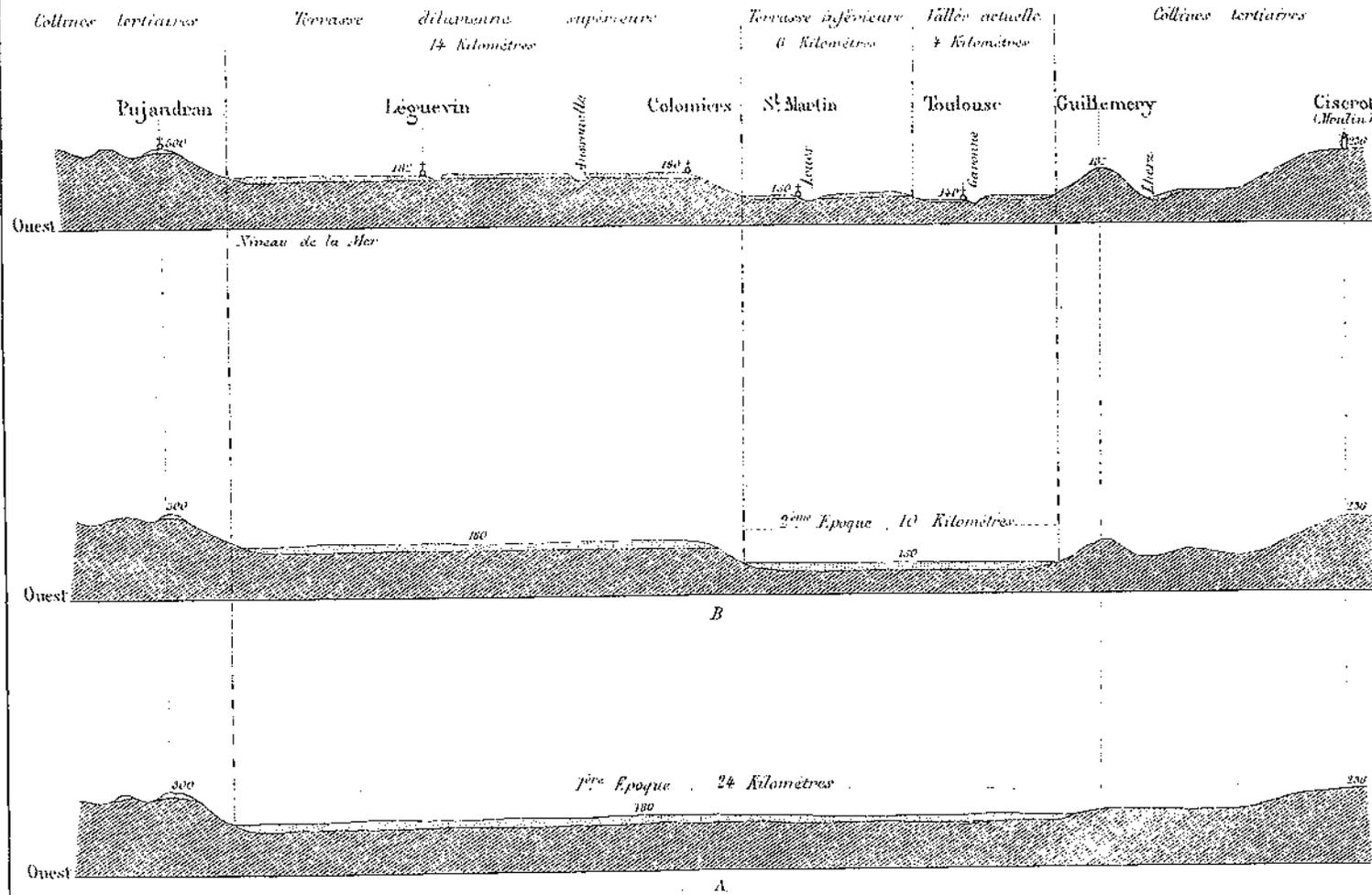


J. Kœchlin Schlumberger del.

Imp. Lemercier, Paris

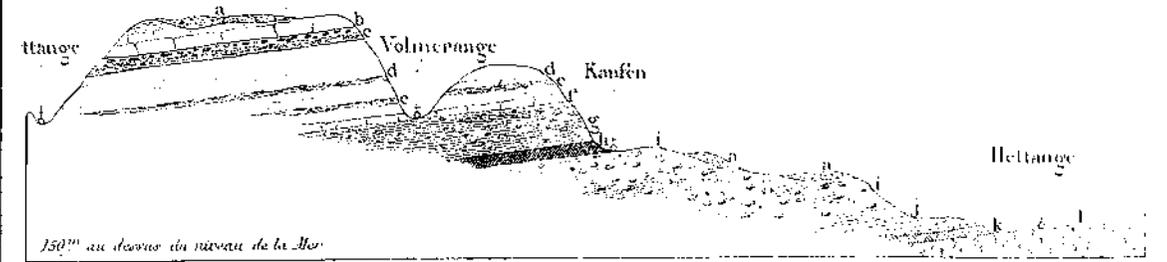
Humbert lit.

Coupe géologique de la vallée de la Garonne,
à la hauteur de Toulouse,
prise aux trois époques de sa formation.
par M. LEYMERIE.



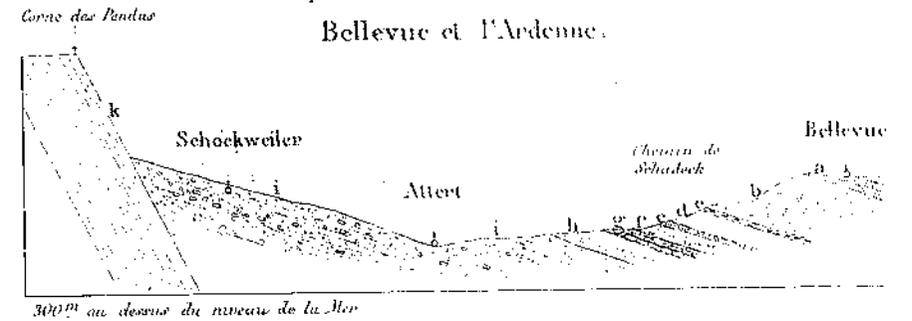
Nota : Les distances horizontales sont à l'échelle de Cassini, l'échelle des hauteurs est triple.

Coupe des terrains compris entre
Ottange et Hettange,
par M. JACQUOT.



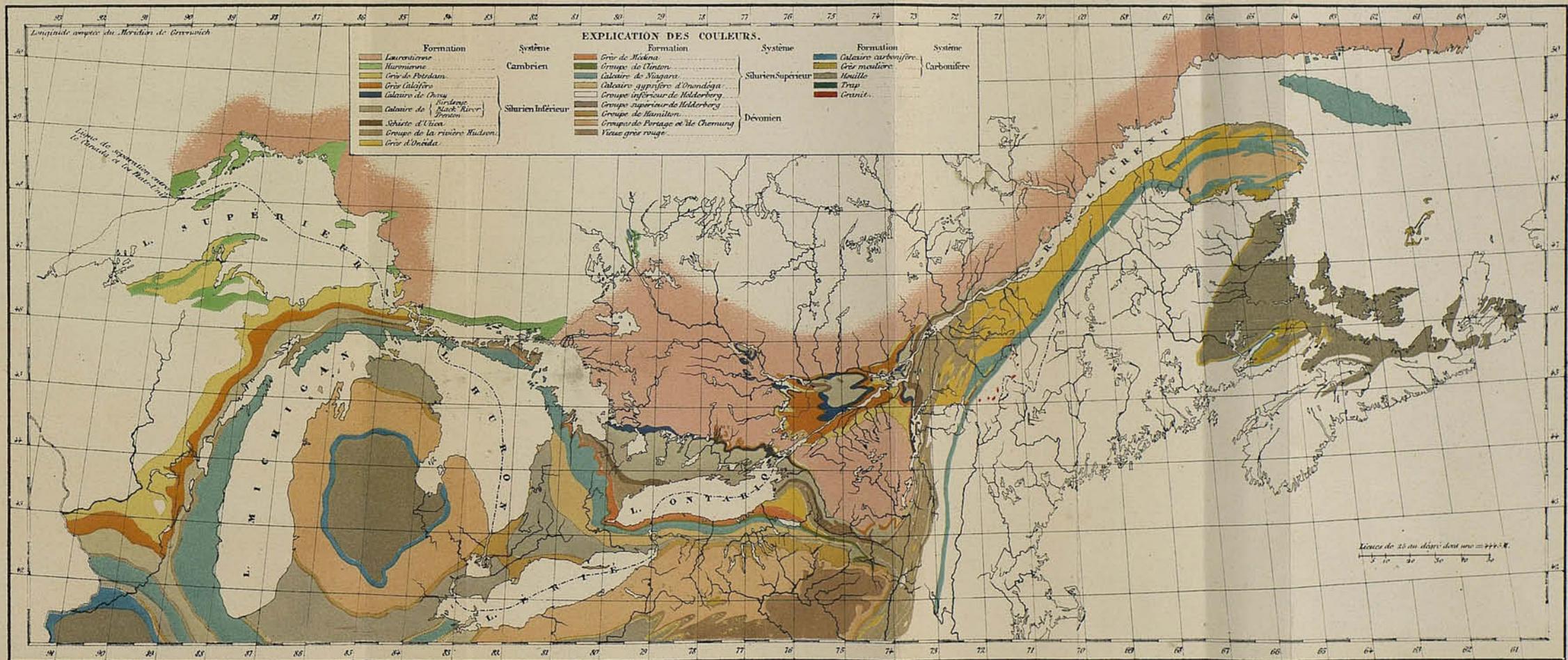
- a Triasium
- b Grande Oolithe
- c Falles sarth
- d Oolithe infér.
- e Marnes et Argiles oolithique
- f Grès jurassien
- g Marnes à Pécidones
- h Grès mésozoïque
- i Marnes à Ovidès
- j Calcaire à Belvaux
- k Calcaire à Gryphées
- l Grès à Hettange

Coupe des terrains compris entre
Bellevue et l'Ardenne.



- a Calcaire à Gryphées
- b Grès de Luxembourg
- c Marnes brunes
- d Marnes rouges
- e Grès inférieurs
- f Grès supérieurs
- g Grès moyen
- h Marnes irisées
- i Poudingues
- k Schistes de transition

Echelles : Les longueurs au 1/80,000, les hauteurs sont décuplées.



Carte par E. F. Hall, D. C. B. Bonaparte et al.

Carte Géologique du CANADA par W.E. Logan.

Les autorités pour la géologie des pays limitrophes du Canada sont M.M. Hall, Owen, Houghton, Jackson, Whitney, Rogers, Adams, Hitchcock, Percival, Geomer, Robb, Lyell, Dawson, &c.

Chromolith. L'Imprimerie Paris — Plaque 214.