P. 1336 S. N. 4e. (8)

Bulletin

DE LA

SOCIÉTÉ

GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

BIBLIOTHÈQUE

Tome Premier. Deuxième série.

1843 A 1844.

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ

PARIS,
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ,
RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 26.

1844.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE 4596

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

Séance du 6 novembre 1843.

PRÉSIDENCE DE M. ALCIDE D'ORBIGNY.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

VAN WINTER, membre de la Société cuviérienne de Paris, à Leyde, présenté par MM. Reinwardt et Raulin;

MÉRIAN (Pierre), professeur à Bâle, présenté par MM. Boué et Alc. d'Orbigny,

BURGUET, directeur du Muséum d'histoire naturelle, et secrétaire de la Société linnéenne de Bordeaux, présenté par MM. Mermet et Michelin;

ARNOZAN (Henri), chirurgien à Bordeaux, allée de Tourny, n° 38, présenté par MM. Mermet et Michelin;

SOPWITH (Thomas), ingénieur civil à Newcastle-on-Tyne (Angleterre), membre de la Société géologique de Londres, et de l'Institut des ingénieurs civils de Londres, présenté par MM. Guillemin et Dufrénoy;

DESPRÉAUX (Paul), docteur en médecine à l'hôpital militaire de Marseille, présenté par MM. Coquand et Alc. d'Orbigny.

Membres proclamés aux séances extraordinaires tenues à Aix en septembre 1842, et dont les noms ont été omis dans les procès-verbaux de ces séances (1):

MM.

GRAFF (Léonard), ingénieur civil des mines, directeur

(1) Les procès-verbaux de cette session étant parvenus trop longtemps après le mois de novembre 1842, le trésorier n'a pu s'apercevoir de ces omissions qui auraient pu se réparer dans les premières séances qui ont suivi la réunion d'Aix.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des hauts-fourneaux de Rusterel, près Apt, présenté par MM. Requien et Coquand;

Srobiecki (Lucien), agent voyer central de Vaucluse, à Avignon, présenté par MM. Requien et Renaux.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit:

De la part de M. le ministre de la Justice, les numéros de juin — septembre 1843 du *Journal des Savants*.

De la part de M. le ministre de la Marine: 1° le *Voyage au pôle sud*, etc., *sous le commandement de M. Dumont d'Urville; Physique*, t. I, 1842; *Histoire du voyage*, t. III et IV, 1842, et t. V, 1843; avec les livraisons 5—30 de l'*Atlas pittoresque;* 2—9 de l'*Atlas d'histoire naturelle*, *zoologie*, et 1—4 de l'*Atlas d'histoire naturelle*, *botanique*.

2° *Voyage en Islande et au Groënland sous la direction de M. Paul Gaimard*, littérature islandaise, par M. X. Marmier, Ire partie, avec les livraisons 32, 33 et 34 de l'*Atlas* qui y est joint.

De la part de MM. les professeurs-administrateurs du Muséum d'histoire naturelle, les 4e livraison, t. II, et 3e livraison, t. III, des *Archives* de cet établissement.

De la part de M. Alcide d'Orbigny, sa *Paléontologie française*, *Terrains crétacés*, n°s 65—72, et *Terrains jurassiques*, n°s 14—17.

De la part de M. H. Michelin, la 8e livraison (feuille 13, et planches 21, 23, 26) de son *Iconographie zoophytologique*.

De la part de M. P. Jacquemont, les livraisons 48 et 49 du *Voyage dans l'Inde par Victor Jacquemont*.

De la part de M. Ch. d'Orbigny, les livraisons 36—40 du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dont il dirige la publication.

De la part de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, leur rapport fait à l'Institut sur le Mémoire de M. A. d'Orbigny, intitulé: *Considérations générales sur la géologie de l'Amérique méridionale*. Paris, 1843.

De la part de M. Alphonse Favre, ses *Observations sur les*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Diceras. In-4°, 30 pages et 5 planches de fossiles, Genève, 1843.

De la part de M. Raulin, sa *Notice sur la disposition des terrains tertiaires des plaines de l'Allier et de la Loire, au-dessus du confluent de ces deux rivières* (extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*). In-8°, 13 pag., 1 pl., 1843.

De la part de M. d'Omalius d'Halloy, son *Précis élémentaire de géologie.* In-8°, 790 pag., 3 pl.; Arth. Bertrand, 1843.

De la part de M. E. Desor : 1° son *Compte-rendu des recherches de M. Agassiz, à l'hôtel des Neuchâtelois, sur le glacier intérieur de l'Aar, en* 1841 *et* 1842. In-8°, 79 pages (extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève;* mars 1843).

2° L'*Ascension du Schreckhorn*, par E. Desor (extrait de la *Revue suisse*, juin 1843). In-8°, 22 pages.

De la part de M. F. de Castelnau, son *Essai sur le système silurien de l'Amérique septentrionale.* Grand in-4°, 55 pag., 27 pl. Paris, P. Bertrand, 1843.

De la part de M. Mauduyt, son *Tableau synoptique des mammifères du département de la Vienne* (extrait du *Bulletin de la Société d'agriculture, belles-lettres, sciences et arts de Poitiers*). In-8°, 11 pages, 1843.

De la part de M. le docteur J. Teissier, son ouvrage *Sur l'abbé Paramelle, et sur les divers moyens d'amener des eaux à Nîmes.* In-8°, 176 pag., 1 pl. Nîmes, 1842.

De la part de M. le baron d'Hombres Firmas, ses *Observations sur la Terebratula Diphya.* In-8°, 12 pag., 1 pl., 1843.

De la part de M. Hopkins, 1° ses *Researches*, etc. (Recherches sur la géologie physique, 1re, 2e et 3e séries), extraites des *Transactions philosophiques*, partie II pour 1839, partie I pour 1840, et partie I pour 1842.

De la part de M. E. Robert, sa *Notice sur Saint-Valery-en-Caux.* Petit in-8°, 40 pag., Fécamp, 1843.

De la part de M. Studer, son ouvrage intitulé: *Lehrbuch der physikalischen*, etc. (Éléments de géographie physique et de géologie. Ire partie. La terre dans ses rapports avec les lois de la pesanteur). In-8°, 398 pag., avec planches. Berne, 1841.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

De la part de M. Achille de Zigno, sa brochure intitulée : *Atti verbali*, etc. (Procès-verbaux de la section de géologie, de minéralogie et de géographie, extraits de la quatrième réunion des savants italiens, tenue à Padoue en septembre 1842). In-4°, 55 pages, Padoue, 1843.

De la part de M. Paolo Savi, sa notice intitulée : *Sopra i carboni fossili*, etc. (Sur les charbons fossiles des terrains miocènes des maremmes de la Toscane). In-8°, 80 pages, Pise, 1843.

De la part de M. Scortegagna, son ouvrage intitulé : *Nota... sopra le Nummoliti* (Note sur les Nummulites, et réponse aux observations de M. Porro sur le même sujet), extrait des procès-verbaux de la section de zoologie, tenue en septembre 1842 à Padoue.

De la part de M. Ant. Catullo, sa *Lettera al signor Ant. Villa*. In-16, 15 pages, Padoue, 1843.

De la part de M. Lorenzo Pareto, sa note intitulée : *Sopra alcune alternative di strati*, etc. (Sur quelques alternatives de couches marines et fluviatiles dans les terrains de sédiment supérieur des collines subapennines. Mémoire lu au congrès de Turin). In-8°, 15 pages, 1 planche, 1843.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1843, 2e semestre, t. XVI, nos 24, 25, et t. XVII, nos 1—18, avec la table du t. XV.

Les *Annales des mines*, 6e livraison de 1842, 1re et 2e livraisons de 1843.

Bulletin de la Société de géographie, nos de juin — août 1843.

Mémorial encyclopédique, nos de juin—septembre 1843.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n° 80, 1843.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers, n° 3 (mai, juin), 1843.

Annuaire de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles, pour 1843.

Programme des questions proposées pour le concours de 1844 par l'Académie royale de Bruxelles.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Bulletin de l'Académie royale de Bruxelles, tome IX, nos 9—12, et tome X, nos 1—5.

Instructions pour l'observation des phénomènes périodiques, publiées par l'Académie royale de Bruxelles.

Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers, publiés par l'Académie royale de Bruxelles. In-4°, tome XV, 2e partie, 1841-1842.

Transactions of the geological Society of London, seconde série, vol. VI, 2e partie, in-4°, Londres, 1842.

Transactions of the royal Irish Academy, vol. XIX, part. II, Dublin, 1843.

Philosophical transactions of the royal Society of London, part. II, pour l'année 1842.

Proceedings of the royal Society, nos 55 et 56, pour l'année 1842.

Liste des membres de la Société royale de Londres, au 30 novembre 1842.

Revised instructions, etc. (Instructions de physique et de météorologie données par la Société royale de Londres). In-8°, 1842.

Transactions of the Cambridge philosophical Society, volume XII, part. III, 1842.

Journal of the Bombay branch royal Society (no 3, janvier 1842).

Boston journal of natural history, vol. III, no 4, et vol. IV, no 1.

American Journal of science and arts of Silliman, vol. XLV, no 1, juillet 1843.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de l'Académie des sciences de Berlin pour 1841), IIIe vol.

Bericht, etc. (Analyse des Mémoires présentés à l'Académie des sciences de Berlin). In-8°, de juillet 1842 à janvier 1843.

Det kongelige danske, videnskabernes, etc. (Mémoires d'histoire naturelle et de mathématiques de la Société royale des sciences de Danemark). In-4°, vol. IX, 398 pages, 17 planches, Copenhague, 1842.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Oversigt, etc. (Comptes-rendus des travaux de la Société royale des sciences de Danemark en 1842).

Abhandlungen, etc. (Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Gœrlitz), IIIe vol., 1er cahier, petit in-8°, 106 pag., 1842.

Censura commentationum (Jugement des questions proposées en prix par la Société royale des sciences de Danemark en 1842, et nouvelles questions que la Société propose en prix pour 1844).

Acta Academiæ, etc. (Actes de l'Académie des curieux de la nature), vol. XVIII, suppl. 2, et vol. XIX, part. 2.

Neues jahrbuch, etc. (Nouvel annuaire de minéralogie, de géognosie, de géologie et de paléontologie, publié par MM. de Léonhard et Bronn, 3e et 4e cahiers, 1842).

Correspondenzblatt, etc. (Bulletin de la correspondance de la réunion wurtembergeoise d'agriculture), année 1843, 1er, 2e et 3e cahiers.

Akademischer Almanach, etc. (Almanach de l'académie des sciences de Bavière pour l'année 1843), petit in-8°, 128 pages.

Atti, etc. (Actes de l'Académie des géorgophiles de Florence), vol. XX, dispensa 2e et ultima, 1842.

L'Écho du Monde savant, n°s 47—49 du premier semestre 1843, avec la table de ce premier semestre, et n°s 1—35 du deuxième semestre 1843.

L'Institut, n°s 495—513 pour 1843, et la table des matières pour 1842; 10e année.

The Athenæum, n°s 817—836.

The Mining Journal, n°s 409—428, année 1843.

De la part de M. Eug. Robert, une *Vue des traces anciennes de la mer*, faisant partie de son *Voyage en Scandinavie*.

De la part de M. Vandermaelen :

1° *Carte spéciale des chemins de fer belges ;*

2° *Plan du chemin de fer de la vallée de la Vesdre, compris entre Liége et Aix-la-Chapelle*, publiés par l'établissement géographique de Bruxelles.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

De la part de M. Héricart de Thury, 21 échantillons de roches des Pyrénées.

M. A. Viquesnel, trésorier, présente l'état suivant des recettes et dépenses de la Société, du 1er janvier au 31 octobre.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1842.....	1,551 fr.	75 c.
La recette depuis le 1er janvier jusqu'au 31 octobre s'élève à.....	15,871	55
Total.....	17,423	30
La dépense depuis le 1er janvier jusqu'au 31 octobre s'élève à.....	17,054	35
Reste en caisse au 31 octobre dernier.....	368	95

Dans la recette figure une somme de 2,100 fr. pour sept cotisations une fois payées.

Dans la dépense figure une somme de 1,504 fr. 80 c. pour achat de 62 fr. de rente 5 0/0, représentant le placement de cinq cotisations seulement. L'achat de 24 fr. de rente, pour les deux autres cotisations uniques, figurera dans les dépense de novembre.

Le banquier, chargé des recouvrements des mandats tirés sur la province et l'étranger, est encore débiteur de 3,000 fr. environ. Cette somme est plus que suffisante pour faire face aux besoins des deux derniers mois de l'année.

CORRESPONDANCE.

M. A. Viquesnel donne ensuite lecture de l'extrait suivant d'une lettre qui lui a été adressée en juillet dernier par M. Boué.

Je relis et complète mes itinéraires en Turquie. Peut-être les ferai-je paraître un jour. Ils comprennent les parties de l'empire que vous n'avez pas visitées avec moi. Ces itinéraires et les vôtres feront connaître en détail une contrée dont ma description générale (1) ne donne qu'une idée sommaire.

A Weimar on a publié une nouvelle carte de tout le pays.

M. Erman de Berlin va publier dans ses *Archives pour la connaissance de la Russie*, une carte géologique de l'Asie septentrionale.

(1) *La Turquie d'Europe*, 4 vol. in-8°. Paris, 1840.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Vous savez que la Société de géographie de Berlin existe depuis plus de douze ans. Elle ne publie un bulletin régulier que depuis mai 1839, sous le titre de *Monatsberichte uber die verhandlungen der gesellschaft fur Erkkunde zu Berlin.* (Rapport mensuel sur les travaux de la Société géographique (mot à mot : pour l'étude de la terre) de Berlin). Le rédacteur choisi est M. Muhlmann. Le *Bulletin* est très intéressant, nourri, et vraiment physico-géologico-géographique. C'est un ouvrage in-8° avec planches et cartes. Le volume I (mai 1839-1840), 1840, se compose de 223 pages avec 4 planches ; le volume II (mai 1840-1841), 1841, se compose de 183 pages avec 3 planches ; le volume III (mai 1841-1842), 1842, se compose de 223 pages avec 3 planches. Si le *Bulletin* de la Société de géographie de Paris est surtout rempli de documents ethnographiques, de rapports de voyages, d'indications de géographie mathématique et statistique, celui de Berlin renferme de plus, d'après les vues de Ritter, des observations sur la météorologie, la géographie botanique et la géologie. Les Ritter, Muhlmann, Kloden, Zeune, Humboldt, Rose, Olfers, ont fourni des articles et beaucoup d'analyses substantiels et critiques des ouvrages nouveaux.

Dans le premier volume, M. Bennigsen Fœrder communique un Mémoire sur les lois de la distribution du nombre des formations de vallées dans divers terrains compris entre la Seine et les limites N. et N.-E. de la France. Il trouve les résultats suivants :

Granite.	Hauteur moyenne 2,500 pieds.	Sur demi-mille carré	19,2 formations de vallées.
Grauwake	1,000		8,9
Grès vosgien	1,500		27,5
Muschelkalk de la Lorraine	900		10,2
Jurassique inférieur	900		22,7
— moyen	900		16
Grès vert des Argonnes	800		24,2
Craie inférieure	600		25
Craie	500		16,1
Calcaire parisien à Cérites	500		18,6
Grès et sable supérieur	500		8

L'auteur discute le pourquoi et le comment. Il a aussi dressé des cartes pour démontrer la liaison des rapports orographiques et géologiques avec les habitants et la richesse du sol.

Le docteur F. Junghuhn a donné dans le troisième volume une

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

description, accompagnée d'une carte, du district des montagnes volcaniques de *Di-enz* à Java. Il signale dans ce district plusieurs solfatares, des eaux thermales, et des cônes d'éruption, restes d'une énorme montagne volcanique fort anciennement écroulée et démantelée.

M. Degenhardt annonce des impressions de pas d'oiseaux dans un grès rouge, sur le *Québrada Paloblanco*, à la sommité de la crête de *Cuchilla de las pesunnas del venado* (mot à mot : crête des pas de cerf), près d'*Oiva*, province de *Socorro*, dans la Colombie (Amérique méridionale). Ces impressions de pas, laissées par de grands oiseaux, se trouvent à 5,000 pieds de hauteur absolue au-dessus de la mer. L'auteur a donné une carte géologique du district minier de la *Baja*, province de *Pamplona*, dans lequel abondent le granite et le calcaire. Il croit s'être assuré que les sources salées sourdant du granite proviennent directement de l'intérieur de la terre à travers cette roche. Mais comme ce voyageur n'a pas pu suivre le cours souterrain des sources salées, chacun est libre de croire ce qu'il voudra sur son explication. Les chemins tortueux et distants parcourus par les sources sont une partie inconnue de la géologie. Du reste, attendons la démonstration de sa proposition, et ne nous laissons pas aller trop vite de B en X et en Y.

M. Ritter vient de publier un nouveau volume de plus de mille pages sur l'Asie. Il traite des pays de l'Asie occidentale, des contrées du Tigre et de l'Euphrate, d'après les documents les plus récents souvent inédits. Son ouvrage colossal, qui comprend déjà sept volumes, sera probablement complété par deux autres, et se composera en tout de neuf volumes de 1,200 à 1,500 pages in-8° sur l'Asie *seulement*. C'est un répertoire résumé de toute la géographie physique, botanique, ethnographique et statistique de ce continent. Il serait très intéressant qu'un homme instruit entreprît de l'abréger et de le rendre plus facilement lisible et surtout plus portatif. Peut-être Ideler s'en chargera-t-il un jour.

Les professeurs-administrateurs du Muséum d'histoire naturelle adressent leurs remerciements à la Société, pour l'envoi qui leur a été fait par elle de la deuxième partie du tome V des Mémoires de la Société, avec la carte géologique du département de l'Aisne coloriée à la main.

L'administration de la Bibliothèque royale adresse également ses remerciements à la Société pour l'envoi fait par elle au dépôt de géographie de cette bibliothèque de la carte

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

géologique du département de l'Aisne, par M. le vicomte d'Archiac.

M. Raulin, vice-secrétaire, donne lecture de l'extrait d'une lettre, en date du 31 août dernier, adressée de Beaucaire au secrétaire de la Société par M. le marquis de Roys:

J'ai adressé il y a trois semaines une longue lettre à M. Dufrénoy relativement à une correction à faire à la carte de France. De Beaucaire jusqu'à la mer, par Bellegarde, Saint-Gilles, etc., s'étend une falaise de 60 à 70 mètres d'altitude, s'appuyant sur la molasse à Beaucaire. Elle se rattache à une falaise semblable qui borde à gauche la vallée de Vistre de Nîmes à la mer. La réunion de ces deux falaises forme un assez grand plateau coupé entièrement par le chemin de fer d'Alais ou Nîmes à Beaucaire. La superficie du plateau est souvent un lœss plus ou moins épais, couvrant une assise de cailloux roulés (diluvium alpin) de 8 à 10 mètres de puissance. Au-dessous est un banc de 15 à 20 mètres au moins d'une argile bleue très compacte. Il y a dans cette argile quelques blocs d'un grès calcaire mamelonné. Dans un de ces blocs j'ai vu des moules de Cérites et d'une bivalve indéterminables. Cette argile s'appuie sur la molasse au tunnel du chemin de fer, près des carrières de Beaucaire. Au-dessous, il paraît y avoir une autre couche de cailloux alpins, et, d'après l'abbé Paramelle, il y aurait une seconde assise d'argile. J'espère le savoir positivement avant peu. Ce plateau a été entièrement oublié sur la carte géologique, où les 6 à 7 lieues carrées qu'il occupe sont indiquées comme terrain d'alluvion.

M. Raulin donne également lecture d'une lettre de M. le chanoine Rendu, adressée de Chambéry au secrétaire, en date du 24 octobre 1843, par laquelle il annonce que sa majesté le roi de Sardaigne a, dans l'audience du 14 de ce mois, accordé avec les plus grandes marques de bienveillance l'autorisation demandée pour la réunion de la Société dans la ville de Chambéry, projetée pour 1844. Le ministre de l'Intérieur a jugé convenable d'en informer l'Académie royale des sciences de Turin. Toutes les personnes instruites, et notamment tous les membres de la Société royale académique de Savoie, et Mgr. Billiet, archevêque de Chambéry, ont accueilli cette nouvelle avec le plus vif intérêt. Mgr. Rendu,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

évêque d'Annecy, et membre de la Société, et plusieurs savants étrangers ont annoncé à M. l'abbé Chamousset leur empressement à se réunir à la Société dans cette occasion.

M. de Wegmann, vice-secrétaire, donne lecture d'une lettre adressée récemment à l'agent de la Société par M. Boué. Cette lettre contient une relation de ce qui s'est passé à l'assemblée des naturalistes et médecins d'Allemagne, tenue à Gratz, en Styrie, du 18 au 26 septembre 1843. La réunion était composée de 700 membres, dont 35 étrangers aux États allemands ou autrichiens. La *section de géologie* comptait plus de 60 membres, parmi lesquels on remarquait l'archiduc Jean, qui en a suivi les travaux avec une grande assiduité, MM. de Buch, Cotta de Freyberg, Fuchs de Munich, Haidinger, Klipstein, Kobell, Link de Berlin, Mérian, Mitscherlich, H. Rose, Partsch, Reichenbach, Ritter (le géographe de Berlin), Stotter (chargé de la carte géologique du Tyrol), Hauslab, etc., etc. M. Boué raconte avec détails le brillant accueil qui a été fait à ce congrès scientifique par l'archiduc Jean et le gouvernement. Pour recevoir convenablement la savante assemblée, 30,000 francs avaient été alloués, en partie par les États de Styrie, en partie par le gouvernement autrichien. Il ajoute ensuite :

Dans la *Section de botanique*, M. Freyer, conservateur du musée de Laibach, a présenté des impressions intéressantes de plantes de dépôt marno-sulfureux tertiaire de Radeboy en Croatie. Il a montré aussi des impressions d'Orthoptères et de Diptères, ainsi que des poissons de la même localité. M. Hœlzl, de Maria-Zell, a parlé sur la neige rouge, comme provenant de trois espèces de champignons qu'il a montrés sur le papier.

Dans la *Section de zoologie*, M. le docteur Kroyer, de Copenhague, a parlé des *Rapports entre les faunes des régions polaires et des régions tropicales*. Il a combattu la proposition que le nombre des genres et des espèces s'accroît des pôles vers l'équateur, et qu'il en est de même de leur grandeur et de l'éclat de leurs couleurs. Pour le nombre des individus d'une espèce, l'auteur l'a trouvé surprenant même au Spitzberg, où la température de juillet n'est qu'à 1 ou 2° au-dessus de zéro. Au Groënland les Amphipodes sont si nombreux qu'ils dévorent un chien de mer en une nuit.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Pour la grandeur des espèces du pôle il cite surtout le genre Hippolite, les Amphipodes, les Radiaires et les animaux mous; pour la couleur, de superbes Ascidies au Spitzberg. Enfin, le nombre des espèces paraît même être plus grand dans certaines mers polaires que dans la zone tropicale.

M. Schmidt, de Laibach, a réuni 222 espèces de mollusques d'eau douce de la Carniole.

Dans la *Section de médecine*, le docteur Escherich a détaillé les influences de la constitution géologique diverse du sol sur certaines maladies. Les crétins, les goîtreux, certains scrofuleux, sont endémiques sur les formations primaires, tandis que les maladies de la pierre et des tubercules des poumons sont propres aux terrains récents. — M. Fuchs a fait observer que le ver de Guinée ne se trouve dans l'Indostan que sur le sol trappéen. — D'autres médecins ont déclaré que les calculs de certains pays ont tous certains éléments bien définis.

On a décidé qu'il serait fait des rapports succincts sur les nouvelles découvertes de l'année dans les différentes branches des sciences. En conséquence, ont accepté de faire ces rapports l'année prochaine, à la réunion de Brême : M. Ritter pour la géographie, M. de Buch pour la géologie et la paléontologie, M. Haidinger pour la minéralogie, M. Liebig pour la chimie organique, M. H. Rose pour la chimie minérale, M. Ettingshausen pour la physique, et M. Koller pour l'astronomie.

Nous avons fait une excursion de deux jours aux frais du gouvernement et du gouverneur aux bains de Gleichenberg, à une douzaine de lieues de Gratz. M. de Buch annonça dans cette excursion deux morts, savoir : les *glaciers* ou la théorie glaciale d'Agassiz, qui a confondu, dit-on, des rochers polis par frottement de glissement ou soulèvement, avec des surfaces polies par la glace, et le *système Cambrien* de Murchison, abandonné par son créateur, parce qu'il lui a été impossible de le distinguer par les fossiles de son Silurien.

Les environs de Gleichenberg sont extrêmement curieux. Tout le pays est occupé par le sol tertiaire composé de molasse argileuse surmontée d'alternats de marne, de sables et de calcaire grossier à Bucardes, Cérites, coquilles microscopiques et de Lœss. C'est du milieu de ce terrain et pendant sa formation que sont sortis de terre des trachytes, des basaltes, ainsi que des agglomérats trachytiques ou basaltiques. Gleichenberg, ou plutôt ses eaux, est placé dans un fond entouré de trois côtés de hauteurs trachytiques. Tandis que cette espèce de cratère est ouvert au S.-O, deux crevasses,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'une N.-S., l'autre E.-O., traversent les crêtes trachytiques dont les cimes coniques contrastent de loin avec les contours doux du sol tertiaire. La plus haute cime a 1,838 pieds. Contre le trachyte à mica s'appuie à l'E., vers Kœhldorf, du basalte, tandis qu'en s'élevant par la crevasse E.-O. on arrive à une plate-forme d'argile tertiaire, surmontée par une hauteur où les grès à fragments trachytiques passent à une espèce de poudingue quarzeux, qui est exploité comme pierre molaire, et contient du quarz résinite, du bois silicifié et beaucoup de cônes de Conifères (leur nature est à examiner). Les basaltes et tufas basaltiques forment encore des amas au S.-E. de Feldbach, à l'E. de Gniebing sur le Raab, et au N. de Gnass; mais leur plus grande étendue paraît être à l'entour de la vallée de Pleisch et Gieseldorf, où les montagnes de ce genre décrivent en apparence un cirque cratériforme, dont le centre est occupé à présent par des roches tertiaires et alluviales. Il est curieux d'observer que la pente extérieure de ce cirque est moins forte que celle de son intérieur. Des sources acidules s'y rencontrent également aussi bien vers le fond du cratère que sur un des bords de ces montagnes, savoir : près de Hof (Johannisbrunn). L'eau y est ferrugineuse, s'acidule et ressemble à celle de Pyrmont. Le tufa basaltique forme en outre des pitons isolés dans le genre de celui du Puy-en-Velay, sous le château de Riegersburg et de Kopfenstein. On en trouve aussi un amas à boules d'olivine à Kniebing, près de Feldbach. Ce tufa contient un filon de tufa fin qui a été probablement rempli par en haut. Des marnes tertiaires à Cypris environnent le petit cône de cette butte volcanique sous-marine. Les dépôts basaltiques paraissent donc entourer l'éruption trachytique; leur plus haut point est le Hochstraden, qui a 1805 pieds. M. Partsch, qui a décrit ces dépôts en 1836 dans la *Description des sources de Gleichenberg*, par L. Langer, pag. 52-79, a vu dans les tufas basaltiques des coquilles tertiaires (*Cerithium pictum*) et des débris de granite, de gneiss, d'écologite, etc.

Enfin, voici ce qui s'est passé dans la *Section de géologie*, sous la présidence de M. de Buch.

Le 19 septembre M. Glocker a présenté, sous le nom de *Saccharite*, un nouveau minéral non cristallisé régulièrement, provenant des mines de Chrysoprase, près de Frankenstein (Silésie). C'est un minéral de la famille des feldspaths, et il est composé, d'après M. Schmidt du Mietau, de : $2\left(\begin{Bmatrix}\dot{Ca}^3\\ \dot{Na}^3\end{Bmatrix}\ddot{Si}^2 + 3\,\ddot{Al}\,\ddot{S}^2\right) + 3\,\dot{H}$. — Il se trouve en petits filons dans la serpentine.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Glocker a présenté aussi une carte de la *formation de la grauwacke de Moravie*, et parlé sur le gîte d'un anthracite dans le schiste argileux de Gobitschau, N. de Sternberg (Moravie).

M. Haidinger a expliqué ses idées sur le *changement de la dolomie en chaux carbonatée*, au moyen d'une action électro-chimique dans une direction opposée à celle qui produit la transformation de la chaux carbonatée en dolomie. Il a présenté des faits à l'appui des pseudomorphoses. Le changement de la dolomie en chaux carbonatée est analogue à l'oxidation, et celui de la chaux carbonatée en chaux carbonatée magnésifère à la réduction. M. Haidinger a fondé là-dessus un classement de toutes les pseudomorphoses connues, savoir : les *anogènes* et les *katogènes*, et en a dressé un catalogue. Il signale comme les causes de ces accidents : l'oxidation, l'accession de l'eau, la diminution de la pression, la diminution de température, pour les pseudomorphoses anogènes ; et la réduction, la perte de l'eau, l'augmentation de la pression, l'augmentation graduelle de la température, pour celles dites katogènes.

M. le professeur Unger (savant qui a écrit sur les plantes fossiles, et a classé celles de Radeboy en Croatie) avait fait remarquer à M. de Buch que les *dalles* de marbre grossier noir et rougeâtre, à Gratz, contenaient des Goniatites et l'*Orthoceratites regularis* ; il n'en fallut pas davantage pour mettre M. de Buch en mouvement, et il fit tant, que, le 20 septembre, au lieu d'entrer en matière, toute notre section, l'archiduc Jean et le professeur Unger en tête, nous allâmes faire une excursion à la cime du mont Plabutsch, à Saint-Jacob et au Steinberg. Favorisés du temps, nous trouvâmes tout ce que nous désirions, et nous eûmes de plus des vues magnifiques sur une grande partie de la Styrie. Cette course mit hors de doute qu'une puissante formation intermédiaire, probablement silurienne, remplissait le pourtour du fond du grand golfe des Alpes, du milieu duquel s'élève le piton du château de Gratz, et qu'arrose la Mur. Nous ne vîmes toute la journée que des calcaires foncés, rarement rougeâtres, et quelques roches arénacéo-schisteuses. A la cime du Plabutsch, à 2,200 pieds, abondent les Calamopores, etc., ainsi qu'un grand Pentamère et des Encrines ; les Goniatites et les Orthocères se trouvent dans les carrières de Steinberg à 2 1/2 à 3 lieues de Gratz. — (Avis à M. de Verneuil.)

Voyez ci-après un extrait de la description géologique des environs de Gratz, par le professeur Unger, dans le tableau topographique, statistique et d'histoire naturelle de Gratz et de ses environs (Gratz, etc.), in-8° en 8 livraisons, avec 12 vues et 2 cartes (Gratz, 1843).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Le 21 septembre M. de Kobell a caractérisé le nouveau minéral, le *Spadaëte*, composé de : 56,00 de silice, 30,67 de magnésie, 0,66 d'oxidule de fer, 0,66 d'alumine, et 11,34 d'eau. Il lui compara les autres silicates de magnésie.

M. de Kobell a communiqué une note sur l'*irisation du cuivre pyriteux* sous l'influence d'un courant galvanique, la pyrite étant placée dans une solution de sulfate de cuivre et mise en communication avec l'élément négatif.

M. Hocheder (conseiller des mines à Vienne, ayant résidé plusieurs années au Brésil) définit le *gîte du diamant* dans l'itacolumite ou quarzite talqueux, qui prend çà et là, et surtout inférieurement, une apparence arénacée ou contient des cailloux. Le diamant a été trouvé en place en 1839, dans le district de Serra de Gran-Mayor, et M. l'ingénieur Helmreich lui a mandé les détails les plus récents sur la recherche du diamant dans son gîte originaire.

J'ai communiqué un essai d'une *carte géologique de tout le globe*; j'ai exposé les principes, en partie nouveaux, qui m'ont rendu possible cet ouvrage, et j'ai mis sous les yeux de la section trois cartes coloriées du globe, chacune d'une échelle différente, et de plus une projection polaire. Je communiquerai ce Mémoire plus tard.

M. Glocker a parlé sur les petits amas de *trachyte* ou de *diorite* qui se sont fait jour dans le grès carpathique dans la *Moravie orientale* et la Silésie autrichienne. Ces roches y ont altéré les grès et les argiles. Puis il s'est étendu sur des détails concernant le *grès vert de Moravie* et de *Bohême*, ses fossiles, etc. Le creusement d'un tunnel du chemin de fer d'Olmutz à Prague lui a fourni une bonne occasion d'observation.

M. Kner, de Lemberg, a présenté des *fossiles crétacés des environs de sa demeure.*

Le 22 septembre, M. Stotter, d'Inspruck, a montré plusieurs minéraux trouvés récemment en Tyrol, et inconnus jusqu'ici dans ce pays.

M. le colonel de Hauslab a détaillé les *différences entre les bassins orographiques, hydrographiques et géologiques*, et communiqué à l'appui une série nombreuse de cartes du globe terrestre, coloriées d'après ces trois sortes de bassins. Je communiquerai plus tard le Mémoire.

M. Gœppert, de Breslau, a parlé sur l'*ambre* et son origine due à une résine de conifères, et montré des morceaux d'ambre renfer-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

mant des feuilles, et d'autres de petits fruits ou *cônes de conifères véritables*.

M. Unger a détaillé les résultats de la *course de la section au Plabutsch* et discuté l'âge de cette formation intermédiaire, que M. de Buch paraît croire plus ancienne que le système dévonien, auquel M. Unger était enclin à l'attribuer.

M. Charles Coernig, conseiller de cour autrichien, a parlé sur les *rapports ethnographiques de la Lombardie*. Il a divisé ce pays en haut pays, pays de collines et pays d'irrigation, puis il a détaillé les particularités et la distribution géographique des trois races occupant cette contrée.

M. Ritter, de Berlin, a montré des *cartes de l'Afrique centrale*, soit celles de Russegger, soit d'autres, dessinées d'après les plus récentes découvertes, et y a fait apercevoir une des branches-mères orientales du Nil Blanc.

J'ai communiqué ma *carte ethnographique de la Turquie d'Europe*, construite à l'instar de celle de Schaffarck pour les Slaves, et j'ai détaillé la distribution géographique des Slaves du midi, des Vallaques, des Grecs, des Albanais et des Turcs.

M. Haltmeyer a distribué la *Biographie de Mohs* sous le titre *Friderich Mohs und sein Wirken in wissenschaftlicher Hinsicht*, in-8°, avec le portrait de son buste tel qu'on lui a fait l'honneur de le placer dans le jardin de botanique du Johanneum à Gratz. Mohs a été professeur à cet institut. Son buste est sur un socle entouré de cristaux de roche.

M. Rammelsberg a communiqué son *Repertorium des chemischen Theils der Mineralogie*, cahier 1, 1841-1843, Berlin, 1843, in-8°. Ce répertoire de la chimie minéralogique sera annuel et utile.

Le 23 septembre, M. Abdelrahman Mohamed, du Caire, a communiqué l'*analyse d'un manganèse oxidé-hydraté-concrétionné*; il a trouvé la formule : $4\,(Mn\,O^2, H^2\,O) + 12\,Mn\,O^2, Al^2\,O^3$.

M. Haidinger a montré des *andalousites transparentes* du Brésil et parlé sur leur dichroïsme. Considérée perpendiculairement aux faces des cristaux, la perception de la lumière au travers est verte; considérée parallèlement à la ligne qui unit les arêtes de combinaison entre $P-\infty$ et $P+\infty$, la lumière est rouge hyacinthe.—Un diaspore de Schemnitz montre un dichroïsme encore plus frappant.

M. P. Partsch a montré sa *carte géologique du bassin de Vienne* et en a détaillé les formations. Cette carte, lithographiée en une feuille, publiée à Vienne et annexée à un rapport de finances et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de statistique de M. de Kubeck, comprend tout le pays autrichien, bohémien, morave, hongrois et styrien, entre Olmutz, Comorn, Gratz et Linz. Cette carte se vend seule avec une petite explication; elle est sans montagnes. M. Partsch donnera plus tard la même carte sur une grande échelle et avec montagnes, en 4 feuilles. Le bureau impérial de statistique a déjà publié ainsi plusieurs cartes géologiques, telles que celle de MM. Riepl sur la Bohême, Lill sur la Hongrie et la Gallicie; mais les publications ne sont pas en vente, étant des rapports officiels pour le ministère, les hauts employés, etc.

M. Zippe, de Prague, a exposé sa *Carte géologique de Bohême*, non encore publiée, et insisté surtout sur l'étendue de la formation du leptinite entre Budweis et Krummau. Il ne peut séparer le leptinite du gneiss.

M. Cotta, professeur de géologie à Freyberg, a fait observer que le *leptinite de la Saxe* occupe encore plus de place dans le Waldsteingebirge, et qu'il y est séparé du gneiss. Il occupe 8 ½ milles carrés d'Allemagne.

Le professeur Engelbert Prangner, du couvent ou plutôt du séminaire bénédictin d'Admont, a montré les os d'un *Ichthyosaure* trouvé dans le calcaire secondaire, près de Reifling, dans la Styrie supérieure. Il les a dessinés. On y reconnaît une belle tête, des vertèbres, etc.

M. Louis Zeuschner (ou Zeiszner), de Cracovie, déclare le *dépôt salifère de Wieliczka*, comme aussi les dépôts existants le long du revers N. des Carpathes, pour des sédiments tertiaires assez récents; il croit s'être assuré que le grès carpathique secondaire a été soulevé et jeté çà et là par-dessus les couches tertiaires, et il a déterminé dans le sol les fossiles suivants: *Fusus*, *Cerithium Lima*, Brg.; *Rissoa elongata*, Ph.; *Arca lactea?* L.; *Venus radiata*, Broc.? *Melania sphœrica*, *Quinqueloculina ovata*, R.; *Sulcifera*, R.; *Rotunda*, R.; *Triloculina ovalis*, *orbicularis*, R.; *Trigonula*, d'Orb.; *Spiroloculina*, *Biloculina*, *Robulina*, *Peneroplis*, *Orbiculina universa*, d'Orb.; *Hornera? Cellaria*, etc. (*Voy.* le Mémoire de Philippi, *N. Jahrb. de Leonhard*, 1843, p. 568.) Or, plusieurs de ces espèces vivent encore. Notre opinion, qu'il avait combattue, serait donc la vraie.

M. Cotta a montré plusieurs feuilles nouvelles de la *Carte géologique de la Saxe royale*. Elles ont surtout rapport à des parties occidentales de ce royaume. Il y a fait remarquer la puissance de la grauwacke, et les diverses lignes de soulèvement, en particulier dans la Thuringe. Il a annoncé que, grâce aux secours obtenus de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

quelques principautés particulières saxonnes occupant le Thuringerwald et ses revers, la carte de Saxe pourrra comprendre encore ces parties si intéressantes de l'Allemagne.

M. le docteur Stotter, d'Insbruck, soumet à la Société la *Carte géologique de tout le Vorarlberg*, carte publiée aux frais de l'archiduc Jean par la Société géologique du Tyrol, et coloriée à Vienne par procédé mécanique. J'en donnerai plus tard une idée, et peut-être même la Société la recevra-t-elle, au cas qu'elle veuille accepter l'échange de quelques uns de ses volumes de Mémoires, en particulier ceux qui contiennent des Mémoires intéressant les Alpes, contre les publications annuelles de cette Société. Je suis chargé de faire cette offre; mais j'avertis qu'à côté de la carte, elle ne publie annuellement qu'une brochure de 24 à 40 pages in-8°, avec de petites cartes.

M. le docteur Hornes, de Vienne, a montré des *fossiles de la grauwacke de Rittberg*, en Moravie.

M. Glocker a parlé sur un dépôt étendu et puissant de *Mélinite d'eau douce*, près de Bistritz, en Moravie.

M. Heinrich a déclaré que ce dépôt s'étend à Gross Kuntschitz, dans le cercle de Teschen, dans la Silésie autrichienne.

M. Zeune a parlé sur le *fond des mers*, et manifesté le désir qu'on s'occupe de déterminer la nature géologique aussi bien qu'orographique de cette partie si considérable du globe. Il a fait allusion à son travail sur la profondeur des mers de l'Europe.

Je lui ai répondu que nous avions, M. le colonel de Hauslab et moi, tâché de réunir toutes les observations connues à cet égard. M. le colonel a même construit des cartes où il a indiqué, par des teintes plus ou moins foncées, les différentes profondeurs connues, et a défini les divers bassins dans lesquels se divisent les petites comme les grandes mers. Nous avons même été plus loin, et avons prolongé certaines formations à travers les détroits comme à travers de grands bras de mers, quand nous avions des preuves ou des probabilités pour oser en agir ainsi.

M. de Hauslab a lu un discours sur les *glaciers*, leurs formes normales, leur croissance, leur descente par suite des lois de la pesanteur, et leurs produits. Cet officier supérieur a levé une partie des grands glaciers du Tyrol pour la carte de ce pays, de manière qu'il a pu s'identifier avec son sujet. Il en a dressé même des cartes qui, depuis 1821, sont en usage dans toutes les écoles militaires d'Autriche. Ces dessins, qu'il soumet à la Société, démontrent, d'un côté, qu'on s'efforce de réchauffer souvent du connu, et, de l'autre, que certains détails paraissent avoir échappé à ces géologues qui

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

font du glacier leur hôtel. Le paysan du Tyrol, ayant pour chacun des accidents du glacier ses dénominations particulières, connaissait donc les glaciers bien avant ces messieurs.

M. Klipstein n'a pas eu le temps de nous parler des *couches fossilifères de Saint-Cassian*, sur lesquelles il vient de publier un Mémoire intitulé : *Mémoire sur quelques parties des Alpes orientales ;* mais il a visité de nouveau, cet été, cette localité, Fassa, le mont Monzoni, Agordo, et a poursuivi ces terrains secondaires jusque vers Bleiberg et Villach, en Carinthie.

Il a fait figurer un assez grand nombre de fossiles de Saint-Cassian, dont une partie était inconnue au comte Munster.

Son Mémoire est intitulé : *Beitræge zur Geologie der oestlichen Alpen*, in-4° avec 8 planches, et des planches très belles d'Ammonites, qui ont même contenté M. de Buch!

Voulant que cette lettre vous arrive pour l'ouverture des séances, je ne puis attendre de la compléter par les Mémoires de MM. Unger et Hauslab et par le mien ; une autre lettre vous apportera ce surplus.

M. Angelot donne lecture de la note suivante :

Quatrième note sur l'intervention des eaux de la mer dans les phénomènes volcaniques ; par V.-F. Angelot.

L'année dernière j'ai publié dans le *Bulletin* de la Société un Mémoire dans lequel j'attribuais les phénomènes volcaniques au concours de deux causes, une dissolution primitive de gaz et un certain mode d'injection des eaux superficielles des mers ou des lacs dans la masse liquide ignée de l'intérieur du globe. Notre savant et si bienveillant confrère M. d'Omalius d'Halloy voulut bien alors me faire des compliments sur la manière rationnelle dont je développais la première partie de cette hypothèse, que jusque là, me dit-il, il n'avait vu indiquer que d'une manière assez vague ; mais il repoussait la seconde partie, l'intervention des eaux superficielles.

Dans la nouvelle édition de son *Précis élémentaire de géologie*, publiée en septembre dernier, et qu'il m'a fait l'honneur de m'adresser, je trouve, page 665, qu'en rejetant cette seconde partie de mon hypothèse, il semble, par la nature des arguments qu'il lui oppose, la confondre avec celle de Davy. Ce célèbre chimiste attribuait les phénomènes volcaniques à la décomposition des eaux de la mer par les métaux alcalins et métalloïdes de l'inté-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rieur du globe, non encore oxidés. Comme la juste estime qui s'attache aux publications de notre consciencieux confrère les répand en beaucoup de mains, je tiens à relever l'inexactitude bien involontaire par lui commise à l'endroit de mon opinion.

Je suis très porté à admettre l'oxidation à peu près complète, jusqu'à une assez grande profondeur, des matières incandescentes de l'intérieur du globe, et notamment de celles qui forment la couche servant actuellement de siége aux phénomènes volcaniques. Ce n'est guère que comme exception, comme accident, comme cause secondaire de ces phénomènes que je pense que l'on peut admettre là la présence de quelques matières non oxidées, par exemple, du carbone. Le carbone se trouve à l'état à peu près pur ou de non-oxidation (graphite), non seulement dans le gneiss, roche dont l'origine peut être problématique, mais dans des roches d'origine incontestablement ignée, telles que la syénite. Cette circonstance paraît prouver qu'il s'est maintenu à l'état natif au milieu de matières oxigénées en fusion. Mais cette inoxidation possible de quelques matières au milieu du grand magma général ne doit sans doute être considérée que comme un simple accident sur lequel je ne fonde nullement la théorie de l'intervention de l'eau dans les phénomènes volcaniques, dans lesquels elle peut agir physiquement, mécaniquement, hydrostatiquement, ainsi que je crois l'avoir démontré, sans qu'il soit nécessaire de recourir à sa décomposition. Je ne voudrais pas abuser de vos moments en répétant ici ce que j'ai imprimé précédemment dans le *Bulletin*. Je me contenterai donc de signaler l'erreur, et de renvoyer ceux que ces questions peuvent intéresser aux Mémoires ou notes que j'ai publiés à ce sujet (1).

Cependant, si la supposition de la décomposition de l'eau par des matières inoxidées dans l'intérieur du globe n'est pas indispensable pour faire admettre l'intervention des eaux de la mer dans les phénomènes volcaniques, il est loin d'être démontré d'une manière certaine que cette décomposition n'a jamais lieu. M. Pilla, notre confrère, assure même, dans un Mémoire qu'il vient d'adresser à l'Académie des sciences dans la séance du 23 octobre, que toutes les explosions du Vésuve sont accompagnées de

(1) Voir *Note sur les émanations gazeuses provenant de l'intérieur du globe. Bulletin de la Société géologique*, t. XIII, p. 178-194. — Note *additionnelle* sur le même sujet, *ibid*, p. 398-400. — *Nouvelles considérations* (3e note) *sur l'intervention des eaux de la mer dans les phénomènes volcaniques. Bulletin*, t. XIV, p. 43-49.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

flammes ; qu'il l'a constaté de la manière la plus positive à plusieurs reprises différentes depuis 1833, et la première fois, notamment, en compagnie de M. Ravergie. Il ajoute, de plus, que M. Maravigna aurait déjà, lors de l'éruption de 1819, observé des flammes sur les laves de l'Etna. M. Pilla semble attribuer ces flammes à l'hydrogène sulfuré peut-être, mais plus particulièrement à l'hydrogène. Il paraît trouver là, comme, en effet, on est assez porté à le faire, une preuve de la décomposition de l'eau de la mer dans les phénomènes volcaniques.

Pour moi, j'ai eu occasion, le 28 mars 1835, de voir s'opérer dans le fond du cratère du Vésuve des explosions qui imprimaient à la lave mélangée de matériaux solides des mouvements analogues à ceux d'un liquide qu'agite une forte ébullition. Descendu en partie dans l'intérieur du cratère, et admirablement placé pour voir les phénomènes qui se passaient au fond, je n'ai pas aperçu la moindre trace de flamme. Cependant, à la nuit, dès qu'on s'éloignait à distance du Vésuve, le nuage de vapeurs fuligineuses qui s'élevait du volcan reflétant la lumière des matières incandescentes, avait l'apparence de flammes de manière à produire l'illusion la plus complète. J'ai conclu de là, comme l'avaient fait, jusqu'à M. Pilla, les physiciens et naturalistes qui avaient vu des éruptions (1), que les volcans ne produisent pas de flammes. Très certainement, du moins, toutes les explosions n'en sont pas accompagnées, puisque voilà tout au moins des exceptions. M. Pilla, il est vrai, semble en admettre pour les petites explosions du Vésuve. Je ne puis dire que celles que j'ai entendues et *vues* soient des plus intenses que puisse produire le volcan, mais elles étaient très puissantes. On ne conçoit guère d'ailleurs pourquoi les petites différeraient des grandes quant à l'inflammation des gaz. Du reste, je n'ai à apporter, par moi-même, ici que des faits négatifs ; et M. Pilla annonce positivement avoir vu au Vésuve, de la manière la moins douteuse et à diverses reprises, des flammes dont il donne une description très détaillée. Son assertion mérite une grande attention, je devrais dire une grande con-

(1) A l'exception cependant de M. Bory de Saint-Vincent, qui a imprimé, dès l'an XIII de la République (1804), avoir vu, dans le cratère du volcan de Mascareigne, de véritables *flammes bleuâtres et semblables à celles de l'esprit de vin*, qu'il distingue parfaitement des vapeurs incandescentes par réflexion (*Voyage en quatre îles des mers d'Afrique*, t. II, p. 247 et 248). Il n'a d'ailleurs tiré alors aucune conséquence de cette observation, quant à l'histoire de la terre.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

fiance. Sans doute, cependant, on ne doit pas l'admettre sans un examen sérieux, pour savoir si, malgré les précautions qu'il a prises à cet égard, il n'a pas été trompé par quelque illusion d'optique; mais on ne doit pas la rejeter légèrement. Si je ne m'en empare pas moi-même avec empressement comme d'une vérité parfaitement démontrée, c'est parce que je suis animé surtout du désir extrême de n'admettre que des faits certains pour base de mes hypothèses; car les faits avancés par M. Pilla, et l'explication qu'il en donne, viennent appuyer puissamment celle de l'intervention des eaux de la mer.

Dans son cours au Muséum d'histoire naturelle, M. Cordier avance que dans les éruptions volcaniques les phénomènes gazeux se manifestent d'abord, et que la lave ne s'épanche et ne coule que quand ces phénomènes ont cessé. Cela lui paraît être la conséquence de la cause à laquelle il attribue les éruptions, la contraction plus grande de l'enveloppe solide du globe que de la masse liquide. « Les matières gazeuses, dit-il, comme spécifique-» ment plus légères, doivent, dans ce cas, prendre la tête et sortir » les premières, tandis que les laves, à cause de leur plus grande » pesanteur, ne doivent venir qu'après. »

Cette explication est ingénieuse; mais je ne la crois pas fondée sur des observations parfaitement exactes, et je pense que les faits, tels qu'ils se passent, peuvent parfaitement s'expliquer, soit par la supposition de matières gazeuses primitivement en dissolution dans les matières liquides incandescentes, soit par la vaporisation de l'eau introduite par les fissures sous-marines, sans avoir recours à la contraction de l'écorce terrestre.

Je n'ai pas eu occasion de voir des éruptions avec coulées de lave; je n'ai vu au Vésuve que des éruptions gazeuses avec projection de lave incandescente. Mais des personnes qui sont montées au sommet du Vésuve, pendant l'épanchement des laves de la fameuse éruption de 1822, m'ont assuré que, pendant que s'écoulaient les torrents de lave, des détonations avec projection de pierres continuaient à avoir lieu dans le cratère. J'admets du reste parfaitement que, lorsque les laves s'épanchent, les phénomènes gazeux n'ont pas, je dirai même qu'ils ne peuvent pas avoir la même intensité, du moins apparente, produire le même fracas qu'au moment où les laves ne coulent pas encore, et cela dans l'hypothèse qui n'a point recours à la contraction de l'écorce terrestre.

En effet, le plus grand orifice volcanique n'a peut-être pas 10 mètres de diamètre dans tous les sens. C'est probablement là

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

un maximum ; mais acceptons-le pour base de nos calculs, qui seront d'autant mieux fondés que l'orifice sera plus petit. Tant que les bulles gazeuses détonent dans cette cheminée, dans ce tube, dans ce goulot du volcan, leur force d'expansion, concentrée dans ce petit espace, doit se manifester par de grands effets de projection et de détonation.

Comme on le sait, les pentes intérieures d'un cratère ont environ 35° d'inclinaison par suite des talus naturels qui s'y forment. Ces pentes divergent à peu près circulairement à partir de l'orifice de la cheminée volcanique ; il en résulte que la section horizontale du cratère interne, de l'entonnoir, présente une surface d'autant plus grande qu'elle se trouve à une plus grande hauteur au-dessus de l'orifice de la cheminée.

Lors donc que les gaz ou vapeurs, par leur force expansive, ont graduellement propulsé une certaine quantité de lave dans le cratère, la surface de la lave représente une section horizontale de l'intérieur de ce même cratère ; plus il y en a, plus la lave est haute dans le cratère, plus cette section, cette surface est considérable. Ce n'est que quand la lave a atteint une certaine hauteur que, par sa pression, elle crève les parois du cratère et s'épanche en coulées. Quand les flancs de la montagne ont résisté à cette pression, ce qui est un cas beaucoup plus rare, elle continue à s'élever jusqu'à ce qu'elle se déverse par-dessus les bords du cratère.

A mesure que le niveau de la lave s'élève dans le cratère, les bulles de gaz ou vapeurs qui arrivent de l'intérieur de la terre viennent détoner à la surface. Elles ne peuvent plus le faire dans la cheminée ; mais leur force expansive, leur force de projection, se développant alors dans un canal plus vaste, se répartit sur une surface plus grande que lorsqu'elles détonaient dans l'étroite cheminée volcanique. Il en résulte naturellement que, même à masse égale, elles doivent produire beaucoup moins de fracas, et projeter de moins volumineux objets et à une moindre hauteur : c'est une pincée de poudre qui fait explosion dans un vaste mortier, au lieu de la faire dans le canon d'un petit pistolet. Dans ce dernier, elle pourrait faire entendre un certain bruit d'explosion et projeter une balle ; dans l'autre, elle fera à peine entendre un bruit sensible, et ne chassera pas même de la grenaille.

On voit donc que les faits sont parfaitement conciliables avec l'hypothèse qui considère l'expansion des gaz et de la vapeur d'eau comme seule cause des éruptions volcaniques, sans faire intervenir la contraction de l'écorce terrestre.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

En parlant des fissures par lesquelles peut s'effectuer l'introduction des eaux superficielles dans l'intérieur du globe, j'étais bien loin de penser qu'il pût être jamais donné aux hommes de découvrir l'entrée d'une de ces fissures, parce qu'il me semblait qu'elles ne devaient guère s'ouvrir qu'à d'assez grandes profondeurs dans le fond des mers ou des grands lacs : aussi j'ai été fort surpris lorsque l'on m'a cité un fait qui m'était tout-à-fait inconnu, et que l'on considérait comme pouvant bien être la démonstration de mon hypothèse.

A environ 1 mille au N. d'Argostoli, dans l'île de Céphalonie, à l'extrémité même du promontoire qui sépare cette ville de la large baie à l'O., plusieurs courants d'eau (au moins quatre) se précipitent de la mer dans l'intérieur même de l'île et coulent d'une manière continue. L'un de ces courants a même été utilisé. M. Stevens, au moyen d'un canal, l'a employé à faire tourner un moulin, et sans doute il sert encore aujourd'hui à cet usage. Ce canal est long de 20 yards, large d'environ 3 pieds et profond de 6 pouces. Au bout on a pratiqué un creux de 100 yards carrés d'étendue et de 4 pieds environ de profondeur au-dessous du niveau de la mer. A marée basse la chute est d'environ 3 pieds, l'élévation de la marée étant de 6 pouces; mais, durant les vents du S., elle est beaucoup plus considérable. L'eau au fond de cette excavation est plus haute lors de la haute mer, la quantité d'eau qui coule étant alors plus grande. A l'ouverture de l'écluse, un courant de 150 pouces carrés s'élance dans la fosse avec une rapidité de 20 pieds (anglais) à la seconde, et s'en échappe par des gouffres ou des fissures. Quand on ferme l'écluse après une décharge très considérable d'eau de mer dans cette fosse, l'eau y décroît de quelques pouces plus bas qu'elle n'était préalablement à la décharge, mais elle est ensuite élevée à son niveau ordinaire par l'eau douce de sources venant du côté de terre. Enfin ce courant n'est exposé à aucun changement périodique. Le colonel Brown et M. Strickland n'hésitent pas à admettre que l'eau de mer qui s'engouffre est vaporisée par les feux souterrains, qu'elle produit par suite les tremblements de terre, si communs dans l'île, et forme les sources chaudes qui existent dans différentes parties de la Grèce (1).

(1) Voir, touchant ces faits curieux, une lettre de M. H. Edwin Strickland et une notice de M. Francis Offley Martin, renfermant une communication du colonel Brown, du lieutenant Lawrence et de M. Stevens, dans les *Proceedings of the geological Society of London*, t. II, p. 220-221 et 393-394, n°s 43 et 45, 1835-1836.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Élie de Beaumont, qui a bien voulu nous féliciter sur la manière dont nous expliquons l'intervention des eaux superficielles dans les phénomènes volcaniques, intervention qu'il avait été jusque là peu disposé à admettre, nous a communiqué une autre explication du phénomène des courants de Céphalonie à lui donnée par M. Hugues de Caligny. M. Hugues de Caligny, ingénieur hydraulicien très distingué, s'est occupé d'une manière toute spéciale des colonnes d'eau oscillantes. Il pense, à ce qu'il paraît, que c'est à ce genre de phénomènes qu'il faut attribuer l'absorption des courants d'eau de mer de Céphalonie. Le peu de variation du niveau de l'eau dans la fosse du moulin, soit que l'on ouvre soit que l'on ferme l'écluse, nous dispose nous-même beaucoup à ne voir là qu'un phénomène d'hydraulique. Malheureusement M. Élie de Beaumont, n'ayant recueilli de cette explication que l'énonciation même, n'avait pu s'en faire une idée assez précise pour se prononcer sur sa justesse. Nous n'avons pu arriver à en avoir une conception plus nette : aussi nous garderons-nous bien de repousser tout d'abord comme mal fondée cette explication, qui, peut-être, est la véritable, quelque satisfaisant qu'il puisse être pour nous de rencontrer dans un fait aussi remarquable la confirmation des idées théoriques que nous avions développées, sans espérer qu'il fût possible d'en trouver d'autres preuves que les inductions qui nous y avaient conduit. Mais nous pensons que, pour ceux qui aiment à se rendre compte des phénomènes naturels, le fait est toujours bon à noter et à garder à l'étude.

M. Leymerie lit le Mémoire suivant sur le département de l'Aube :

Extrait d'un mémoire sur le terrain jurassique du département de l'Aube, par M. Leymerie.

Depuis longtemps les Anglais ont distingué un groupe de couches extrêmement puissant qui existe dans la Grande-Bretagne, immédiatement au-dessous du terrain crétacé. Quelques uns des calcaires qui entrent dans la constitution de ce groupe sont presque entièrement composés de petits grains ronds, assez semblables, par leur accumulation, à des amas d'œufs de poisson; de là le nom d'*oolitique* qu'ils ont donné à tout le système.

Le vénérable doyen des géologues anglais, William Smith, a le premier assigné aux différentes parties de ce système des noms particuliers dont un certain nombre sont encore généralement employés; mais c'est à M. Conybeare que l'on doit d'avoir fait remar-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

quer que, dans le S. de l'Angleterre, ce massif se trouve naturellement partagé en trois étages ayant chacun à sa base une puissante assise d'argile et de marne.

Les côtes de France n'étant séparées de celles de l'Angleterre que par un bras de mer qui semble remplir une fracture avant laquelle les Iles Britanniques étaient probablement réunies au continent, on devait s'attendre à trouver entre les deux rivages, sous le rapport géognostique, une grande analogie. Nous avons déjà fait remarquer cette similitude en ce qui concerne le groupe crétacé; pour le système oolitique, elle n'est pas moins évidente, et il suffit, pour s'en convaincre, de comparer les couches du Calvados qui sont antérieures au terrain crétacé, à celles qui occupent la même position en Angleterre. Or cette comparaison a été faite il y a longtemps, et il en est résulté que les dépôts de cet âge qui existent de part et d'autre de la Manche ont été formés évidemment au sein d'une seule et même mer.

Bien plus, depuis longtemps aussi on a signalé entre les couches qui composent le Jura et celles du système oolitique d'Angleterre une ressemblance qui annonçait une communauté d'origine; d'où l'épithète de *jurassique*, proposée pour désigner ce système sur le continent, épithète que nous emploierons de préférence.

Enfin, M. Elie de Beaumont a fait voir qu'en ne tenant aucun compte de la Manche, *Paris* et *Londres* pouvaient être considérés comme placés dans un grand bassin géologique qui serait entouré en grande partie d'une ceinture jurassique ou oolitique, présentant, lorsqu'on la considère dans son ensemble, et même jusqu'à un certain point dans ses détails, une uniformité remarquable de caractères.

Le terrain que nous allons décrire forme le bord intérieur de la partie orientale de cette ceinture : aussi ne s'est-on pas étonné lorsque M. Elie de Beaumont s'est occupé de cette partie de nos terrains, pour l'établissement de la carte géologique générale de la France, qu'il y ait établi des divisions conformes à celles du groupe oolitique de la Grande-Bretagne.

Le système jurassique de nos contrées peut donc se diviser en trois étages correspondant à peu près à ceux des Anglais. Nous n'avons, dans le département de l'Aube, que l'étage supérieur et une bonne partie de l'étage moyen; la partie inférieure de ce dernier et l'étage inférieur tout entier manquent chez nous, mais ils se développent successivement dans les départements limitrophes de la *Haute-Marne* et de la *Côte-d'Or*.

Dans notre statistique générale de l'Aube, nous étudierons ces

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

deux étages avec tout le détail convenable ; mais il nous suffira ici, en jetant un coup d'œil général sur ces terrains, de donner une idée des roches qui les constituent, de leur disposition, de leurs limites, du relief qu'ils affectent, etc.

APERÇU GÉNÉRAL.

Composition et classification. — Le terrain jurassique de l'Aube est presque exclusivement calcaire. On n'y rencontre ni sable ni grès, et les argiles y sont réduites à quelques minces assises, dont la plus importante se trouve généralement placée à la base du premier étage.

En Angleterre, on distingue dans l'étage supérieur deux assises, dont la plus récente, qui se trouve particulièrement développée dans l'île de *Portland*, a reçu le nom de *portland-stone*. L'assise inférieure, formant aux environs de *Kimmeridge* une masse argileuse puissante, a été désignée par la dénomination de *kimmeridge-clay*.

Dans l'Aube nous devons faire également dans l'étage dont il s'agit deux divisions, qu'à l'exemple des géologues qui se sont spécialement occupés du Jura, nous considérons comme étant à peu près correspondantes à celles d'Angleterre, quoique les couches qui les constituent ne soient pas entièrement de même nature, et que nous désignons par les épithètes francisées de *portlandien* et de *kimméridien* (1). Par une raison semblable, nous nous servirons, comme MM. *Thurmann* et *Thirria*, du mot *corallien*, pour dénommer la partie de l'étage moyen qui représente dans nos contrées le *coral-rag* des Anglais. Ce dernier terrain peut être subdivisé dans l'Aube en trois assises, dont la plus récente est identique avec celle que M. Thirria a établie le premier pour la Haute-Saône, et qu'il a nommée *calcaire à Astarte*, dénomination que nous avons adoptée, quoique le fossile pris ici pour type soit loin d'être commun dans le département que je suis chargé de décrire.

(1) Malgré quelques différences qui s'expliquent très bien par l'éloignement des deux contrées, la considération des fossiles justifie pleinement le rapprochement que nous faisons ici entre nos assises et celles qui ont été établies sous les dénominations précédentes pour les couches supérieures du Jura. Comparés aux fossiles d'Angleterre, les nôtres offrent une analogie marquée plutôt avec le *kimmeridge clay* qu'avec le *portland-stone*. La similitude de nos fossiles coralliens avec ceux de l'étage qui porte ce nom dans le Jura, et du coral-rag des Anglais, n'est pas moins évidente.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

J'ai résumé dans le tableau suivant cette classification de nos terrains jurassiques à laquelle j'ai cru devoir joindre une indication très succincte des principaux caractères de chaque subdivision ou assise.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TABLEAU *présentant la classification et les principaux caractères des couches qui composent le terrain jurassique du département de l'Aube.*

ASSISES.	ROCHES PRINCIPALES.	ROCHES SUBORDONNÉES.	FOSSILES PRINCIPAUX.	PUISSANCE
Étage supérieur.				
ASSISE SUPÉRIEURE. Calcaire portlandien. (Portland-stone.)	Calcaires compactes gris-clair, à cassure unie et capricieuse.	Lumachelle et calcaire blanc suboolitique gisant à la partie supér. de l'assise.	Peu de fossiles déterminables; pas d'*Exogyra virgula*.	182m
ASSISE INFÉRIEURE. Calcaire et argile kimmerdiens. Système à *Exogyra virgula*. (Kimmeridge-clay.)	Calcaires marneux, légèrement jaunâtres, très fissurés, renfermant des plaques pétries d'*Ex. virgula*.	Argiles et marnes très riches en Exogyres.	*Pholadomya donacina—elongata. — Phol. acuticostata.—Mya rugosa.—Melania gigantea. — Ammonites gigas.* *Exogyra virgula.—Exogyra Bruntrutana. — Terebratula sella. — Pecten distriatus. — Thracia suprajurensis. — Pinna ampla.*	
Étage moyen. — Calcaires coralliens (Coral-rag).				
ASSISE SUPÉRIEURE. Calcaire à *Astartes (Thirria)*.	Calc. compactes et subcompactes, devenant, dans le bas, un peu marneux et fissiles, quelquefois coquillers et oolitiq.	Dans le haut de l'assise, calcaires rocailleux et bréchoïdes.	*Astarta minima. — Trigonia subcostata. — Terebratula subsella. T. carinata.— T. obsoleta. — Nerinea Bruntrutana. — Pholadomya paucicosta.*	96m
ASSISE MOYENNE. Calcaire blanc noduleux. (Coralrag proprement dit.)	Calc. blanc subcrayeux, renfermant des concrétions noduleuses, des oolites et beaucoup de polypiers. Il ne forme presque qu'une seule masse.		*Astrea Burgundiæ.—Ast. helianthoides.— Ast... — Madrepora limbata. — Lithodendron moreausiacum.— Nerinea Bruntrutana.?— Terebratula corallina. — Cardium striatum. — Pinna Saussurii.*	12m
ASSISE INFÉRIEURE. Calcaires coralliens inférieurs.	Calcaires compactes blanchâtres.	Calcaires se délitant en dalles ou *lèves*.—Calcaire coquillier. —Calc. à entroques et oolites.	*Terebratula corallina. — T. curvata. — T. similis. — Pholadomya parvula.? —Phol. paucicosta.— Apiocrinites Roissyi.*	80m

NOTA. Les fossiles que nous avons recueillis dans ces couches peuvent se rapporter à 144 espèces, dont 40, jusqu'à présent inédites, seront décrites et figurées dans un mémoire spécial. Sur ces 144 espèces, 63 appartiennent à l'étage supérieur, et 81 à l'étage moyen. — Sous le rapport zoologique, elles se trouvent réparties de la manière suivante :

Zoophytes, 12; Radiaires, 11; Conchifères, 97; Mollusques, 24. — Plus : un ou deux Ichthyosaures, des Crustacés décapodes et un Fucoïde.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Position et limites de la zone formée par ce terrain. — Le terrain jurassique forme dans le département une zone dirigée du N.-E. au S.-O., occupant à peu près le quart de la surface totale, et comprise entre les limites des départements de la *Côte-d'Or* et de la *Haute-Marne*, et une ligne assez anguleuse qui passe par *Thil*, *Frenay*, *Levigny*, *Eclance*, *Trannes*, *Maison-des-Champs*, *Vendeuvre*, *Thieffrain*, *Magnant*, *Courtenot*, *Lantages*, *Les Maisons*, *Turgy*, *Bernon*, et un peu au S. de *Marolles-sous-Lignières*.

Les couches appartenant à l'étage supérieur dominent dans cette région, dont elles forment plus des trois quarts; le calcaire à Astarte occupe la partie la plus reculée de la zone, où il gît fréquemment au fond des vallées. Enfin les calcaires coralliens moyen et inférieur ne paraissent que dans la partie inférieure de la vallée de la Seine, et vers les bords de la vallée de la Laignes.

Puissance. — La puissance *maximum* de ce terrain est difficile à évaluer, parce que, d'une part, on ne trouve jamais toutes ses assises réunies dans une même contrée, et que, d'un autre côté, en passant d'une contrée à une autre, les strates ne se suivent pas toujours avec une grande constance : ainsi les couches des deux assises de l'étage supérieur paraissent changer de caractères, et se transformer, pour ainsi dire, les unes dans les autres, à mesure qu'on s'éloigne du point où d'abord on les avait considérées. Toutefois, on peut être à peu près sûr de rester près de la vérité en prenant, pour exprimer cette puissance, le chiffre 370 mètres que nous avons obtenu en faisant la somme des nombres relatifs aux diverses assises. Sur ce nombre, 182 mètres doivent être attribués à l'étage supérieur, et 188 mètres à l'étage moyen.

Inclinaison des strates. — Nous avons déjà dit ailleurs que toutes les couches du département affectaient une inclinaison légère, mais générale, vers le N.-O. Il est facile de s'assurer de cet état de choses pour les strates qui composent le terrain jurassique; car les couches du coral-rag blanc, par exemple, qui commencent à affleurer au niveau de la Seine à Neuville, s'élèvent à Mussy jusqu'au sommet des collines qui encaissent la vallée. On peut remarquer que cette inclinaison est plus forte ici qu'elle ne l'est dans les autres formations du département, circonstance qui s'explique naturellement par le plus grand éloignement du terrain dont il s'agit par rapport au centre du bassin; toutefois, elle est à peu près insensible à l'œil quand on ne considère qu'un petit espace, comme, par exemple, l'étendue d'une carrière. En supposant, ce qui n'est pas cependant tout-à-fait exact, que l'assise qui vient d'être prise pour exemple se suive avec une pente uniforme entre Neuville et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Mussy, connaissant la distance horizontale de ces deux points, l'altitude du coral-rag de Mussy par rapport à la vallée, on pourrait facilement calculer l'angle d'inclinaison des strates. Le résultat serait 1° 0′ 30″ (1).

Disposition à niveaux décroissants. — D'après ce qui a été dit plus haut, les couches qui dépendent de l'étage supérieur occupent la partie la plus intérieure de la région jurassique.

Si l'on traverse, en effet, cette région en se dirigeant vers sa limite extérieure, ce n'est que près de la ligne centrale que l'on commence à voir le calcaire à Astarte affleurer au fond des vallées et s'élever ensuite pour constituer la masse des collines qui forment la partie extrême ou N.-E. de cette même zone; et ce n'est que dans les vallées de la Seine et de la Laignes que viennent sortir de dessous l'assise précédente les calcaires coralliens moyen et inférieur, qui n'occupent qu'une très petite parcelle de la surface du département. Cette disposition à niveaux décroissants qu'affectent toutes ces couches, et qui est une conséquence nécessaire de l'inclinaison générale que nous avons signalée plus haut, se remarque même dans les différentes assises qui composent chaque étage. De sorte qu'en général, lorsqu'on sort de la région crétacée pour traverser la zone jurassique, en suivant, par exemple, la vallée de la Seine, on rencontre d'abord l'assise portlandienne, puis les calcaires kimméridiens....., et ainsi successivement les différentes couches à peu près dans leur ordre d'ancienneté jusqu'à ce que l'on arrive à la limite du département, où l'on trouve enfin la partie la plus inférieure du coral-rag.

Relief du sol, eaux souterraines, agriculture, etc. — C'est dans la partie de l'Aube occupée par le terrain jurassique que le relief du sol est le plus marqué, et que se trouvent les sites les plus pittoresques. On est surtout frappé de cet état de choses quand on suit une vallée qui entame en même temps le terrain que nous étudions et le terrain crétacé. Si l'on prend encore ici pour exemple la vallée de la Seine, et qu'on la remonte à partir de la plaine de *Vaudes*, on voit, à mesure que l'on quitte la région crétacée pour pénétrer dans celle qu'occupe le terrain jurassique, les coteaux se rapprocher et en même temps devenir plus élevés et plus

(1) Les données de ce calcul sont les suivantes :

Distance rectiligne de Neuville à Mussy..	10,000^{m}	
Altitude de Neuville.....	160	différence 176.
Altitude du coral-rag blanc au N.-E. de Mussy.....	336	

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rapides; et à Bar-sur-Seine, où commencent à régner exclusivement les calcaires portlandiens, on se trouve resserré entre deux talus escarpés et découpés çà et là par des vallons étroits et profonds. Ces talus conduisent, par des chemins raides, à des plateaux élevés, et la ligne de jonction de ces plateaux et des côtes, en général assez vive, se dessine au loin d'une manière très prononcée. Lorsqu'on avance vers les parties centrales de la zone, ces côtes éprouvent une espèce de rejet à la hauteur des argiles kimméridiennes, qui les divisent ordinairement en deux étages. Le talus blanchâtre ou grisâtre qui donne lieu à cette division se fait distinguer de loin par sa nudité et par sa stérilité.

L'influence fâcheuse qui résulte de cette dernière propriété des argiles est rachetée par leur imperméabilité, en vertu de laquelle elles retiennent à leur surface supérieure une nappe d'eau souterraine qui alimente les principales fontaines et les meilleurs puits de toute la zone.

Les plateaux ordinairement constitués par le calcaire portlandien sont en général couverts de bois, et les côtes plantées en vignes. Le fond des vallées présente des céréales, des prairies, des jardins et des plantations.

Comme les calcaires abondent dans cette partie du département, toutes les maisons sont construites en pierre; beaucoup de chaumières même sont couvertes en calcaires *lévigues*, et les matériaux d'entretien pour les routes se présentent en grande abondance.

Tous ces caractères contrastent avec ceux de la zone crétacée, et il en résulte que notre zone jurassique constitue une région naturelle des mieux déterminées.

Les plus grandes altitudes du département se trouvent naturellement dans cette région. Si nous cherchons parmi les côtes de la belle carte du Dépôt de la guerre, nous trouvons 350 mètres pour l'altitude *maximum*. Ce chiffre se trouve sur le calcaire portlandien, au signal de *Forêt-Viller*, près et au N.-E. de *Viviers*. Le signal de la colline de *Sainte-Germaine*, au pied de laquelle est située la ville de *Bar-sur-Aube*, placé également sur les calcaires supérieurs de notre premier étage, présente une côte qui n'est inférieure que de 1 mètre au chiffre que nous venons de donner.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Etage supérieur. — Les deux assises en lesquelles nous avons divisé le terrain jurassique supérieur de l'Aube existent réellement avec les caractères que nous avons fait connaître, et leur position relative

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

est bien partout celle que nous avons indiquée ; toutefois, il ne faudrait pas les considérer comme deux espèces géognostiques nettement séparées. Tout nous porte à croire, au contraire, que ces deux groupes que nous n'avons distingués que pour la commodité et la clarté de la description, et aussi dans le but de faciliter la détermination d'une partie donnée de la région qui fait l'objet de notre étude, se fondent et se transforment pour ainsi dire l'un dans l'autre, vers leur surface de contact, et cela sur une épaisseur variable, mais qui, dans certains cas, devient très considérable.

Nulle part ces rapports entre les deux assises dont il s'agit ne se montrent d'une manière plus frappante que dans les environs de *Bar-sur-Seine*. Les collines qui se trouvent directement vis-à-vis de cette ville, soit à l'E., soit à l'O., lesquelles atteignent plus de 100 mètres d'élévation, sont, comme nous l'avons déjà dit plus haut, entièrement composées de calcaires compactes et subcompactes, dans lesquels on ne peut faire aucune subdivision, et qui appartiennent réellement à l'assise supérieure. Mais il suffit de remonter la vallée jusqu'à une distance d'une demi-lieue pour trouver, de l'autre côté de l'*Ource*, près du point où cette rivière se jette dans la Seine, des collines, au pied desquelles se trouve le village de *Merrey*, qui sont entièrement composées, au moins jusqu'à une grande hauteur, de calcaires et d'argiles offrant, ainsi que nous l'avons vu plus haut, tous les caractères propres à l'assise inférieure ; de sorte que, à la même hauteur et à une très faible distance, on trouve d'un côté, à Bar-sur-Seine, une masse de calcaire compacte, et d'un autre côté, à Merrey, un massif de calcaire et d'argile kimméridiens. On pourrait, il est vrai, chercher à expliquer cette anomalie par une faille dirigée suivant la vallée de l'*Arce*, et qui séparerait les deux massifs dont il vient d'être question; mais, outre qu'il nous semble qu'il faut être sobre dans l'emploi, du reste fort commode, de ces accidents géologiques dans un pays en général non disloqué et qui se trouve si loin des centres d'actions souterraines, je crois qu'en admettant même ce moyen d'explication, il faudrait néanmoins reconnaître qu'une assez grande partie des calcaires kimméridiens de Merrey se transforment en calcaire compacte à mesure qu'on s'approche de Bar-sur-Seine ; et alors s'expliquerait naturellement la faible épaisseur des calcaires compactes qui couronnent les collines de Merrey, et la présence, derrière la ville de *Bar*, de couches marneuses n'ayant pas les caractères des calcaires kimméridiens, dont ils présentent cependant quelques fossiles, et no-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tamment des *Exogyra virgula*. Cette manière de voir nous permettrait en outre d'expliquer la présence, dans un grand nombre de localités, immédiatement au-dessous des calcaires compactes, de ce banc bleu à *Exogyra virgula*, accompagné ordinairement d'argiles, qui semble représenter à lui seul, dans ces localités, notre assise inférieure. Enfin cette même théorie rend compte tout naturellement de la variabilité de puissance que présentent, d'un point à un autre, soit les calcaires compactes portlandiens, soit les calcaires marneux de l'assise inférieure, lesquels paraissent se développer en général partout où les premiers s'amincissent, et réciproquement.

Étage moyen. — L'étage des calcaires coralliens, considéré dans son ensemble, nous présente un épais dépôt de calcaire compacte séparé en deux parties par l'assise du calcaire blanc noduleux, dont la blancheur et la consistance crayeuse contrastent avec les propriétés du même genre offertes par les couches qui la renferment. Il est donc évident qu'à un certain moment de la formation de cet étage, des circonstances particulières sont venues influer sur la nature du dépôt. L'étude du calcaire corallien moyen peut même nous indiquer ces circonstances ; car il est bien probable que c'est dans la présence des nombreux polypiers que renferme cet étage qu'il faut les chercher. On peut remarquer, à cet égard, que ce caractère est très constant, et qu'on l'a observé partout où existent en France et en Angleterre les terrains de cet âge. Et, depuis longtemps, on a dit que ce calcaire à polypiers (coral-rag) n'était autre chose qu'un ancien banc ou recif madréporique, comparable à ceux qu'on trouve à une faible profondeur dans les mers de la zone torride, et notamment dans l'*Inde*, dans l'*Océanie* et dans la *Floride*. L'observation faite autour de ces bancs de coraux, par MM. Nelson et Darwin, d'un dépôt de matière blanche crétacée, rend le rapprochement que nous rappelons ici encore plus frappant. On peut donc admettre qu'après le dépôt des calcaires compactes de l'assise inférieure, la mer jurassique s'est trouvée comblée dans nos contrées au moins de manière que son fond ne fût plus qu'à une profondeur de 8 mètres à 10 mètres; alors, sous l'influence de la température élevée qui régnait dans ces temps géologiques, de nombreux polypes ont pu venir s'établir sur ce haut fond et y construire leurs polypiers, lesquels depuis, par l'action des vagues ou des courants, auront été plus ou moins dérangés de leur position primitive.

En même temps le calcaire blanc, produit probablement par

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les détritus les plus fins de ces corps pierreux, se sera déposé, et aura pu même se concrétionner en oolites et en nodules à la faveur du mouvement des eaux. Plus tard, un abaissement du sol ayant replongé la surface de ce terrain à une assez grande profondeur sous la mer, les circonstances que le dépôt du coral-rag avait interrompues se seront représentées, et auront déterminé la formation des calcaires compactes de l'assise supérieure. Ce dépôt ayant encore produit un nouveau comblement, et par suite sa surface supérieure s'étant trouvée tout près du niveau du liquide, le calcaire rocailleux aura pu prendre naissance avec ses brèches, ses nombreux fossiles intacts ou brisés, et les tapis d'huîtres adhérentes que l'on y remarque ; et ce n'est qu'après un nouveau mouvement du sol, qui aura rendu aux eaux toute leur profondeur, qu'aura pu s'opérer la formation de l'étage supérieur jurassique. Les caractères éminemment littoraux que présentent les couches supérieures du calcaire à Astarte, la nature des fossiles que l'on y trouve, dont l'ensemble diffère beaucoup de celui présenté par l'étage supérieur, l'absence de l'*Exogyra virgula*, nous ont porté à réunir, comme M. Thirria, cette assise à l'étage moyen, et non à l'étage supérieur, comme l'ont fait récemment les auteurs de la description géologique des Ardennes.

Après cette lecture, M. Leymerie fait encore à la Société la communication suivante :

D'après les travaux les plus récents sur le terrain crétacé, cette partie de la série des terrains de sédiment semblerait devoir se diviser en trois étages, savoir :

1° La *craie* proprement dite ;

2° Le *green-sand*, comprenant les deux grès verts et le gault des Anglais ;

3° Le terrain *néocomien*, représenté en Angleterre par le terrain *wealdien*.

Dans notre mémoire sur le *Terrain crétacé de l'Aube*, nous avons fait voir que, dans tout le N. de la France, la limite des deux derniers étages était parfaitement marquée par un horizon constant et fixe, que caractérise principalement l'*Exogyra sinuata* Sow., fossile qui se rencontre toujours en Angleterre vers la ligne de séparation du *weald* et du *green-sand* (1). Il est remarquable que, dans l'E. de la France, cette exogyre se trouve accompagnée

(1) Cet horizon avait été reconnu antérieurement par M. Élie de Beau-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'un certain nombre d'autres fossiles, différents en général de ceux des argiles qui correspondent au gault des Anglais, et dont la plus grande partie peuvent être rapportés au *lower green-sand.* Au-dessus de cet horizon, qui est constitué par une couche assez mince, se présentent d'une manière concordante, soit l'argile téguline (gault) avec ses fossiles si nombreux et si caractéristiques, dont les plus inférieurs sont des espèces particulières d'Ammonites et des Plicatules, qui passent aussi dans les couches supérieures, soit les sables verts qui accompagnent ou qui remplacent cette argile. Au-dessous, paraissent les argiles et sables bigarrés, qui forment la partie supérieure du terrain néocomien, puis les argiles ostréennes avec des fossiles tout différents de ceux de la couche à *Exogyra sinuata*, puis enfin le calcaire à spatangues et les sables qui le séparent des couches jurassiques.

En général, nous avons remarqué qu'il y avait concordance et presque liaison entre la couche à *Exogyra sinuata* et les argiles tégulines et les sables verts, tandis que, dans la moitié au moins de la zone que forment dans le département de l'Aube les deux étages inférieurs du groupe crétacé, depuis la vallée de la Seine jusqu'à Marolles-sous-Lignières, il y avait discordance entre cette même couche et les argiles néocomiennes. Nous pourrions citer beaucoup d'exemples de ces discordances; mais il suffira d'en signaler un que nous prendrons aux environs de Chaourse, et dont la fig. Ire, planche 1re, pourra donner une idée assez claire pour que nous puissions nous dispenser de toute explication.

Tous ces faits ne paraissent pas avoir frappé autant que nous M. Alcide d'Orbigny, puisque, dans la nouvelle classification qu'il a cru pouvoir établir pour le groupe crétacé de la France, il place, sous le nom de *système aptien*, à la partie supérieure de l'étage néocomien, non seulement la couche à *Exogyra sinuata*, mais encore les argiles tégulines à Ammonites particulières et à Plicatules qui lui sont superposées, lesquelles nous ont paru partout, en Champagne, en continuité parfaite avec les argiles qui renferment plus particulièrement les fossiles du gault d'Angleterre.

C'est afin que la Société puisse juger entre M. d'Orbigny et nous que nous avons cru devoir appeler de nouveau son attention sur ce point assez important de la classification des étages crétacés de la France.

---

mont, qui s'était servi, avant nous, de l'*Exogyra sinuata* pour assimiler le terrain néocomien au weald-clay.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Je rappellerai en terminant qu'une réclamation toute semblable à celle que j'adresse aujourd'hui à la Société a été faite par les géologues de Provence à la réunion extraordinaire d'Aix. Nos collègues ont unanimement déclaré que les couches de Cassis et des environs d'Apt, lesquelles correspondent à nos argiles à *Exogyra sinuata* et à Plicatules, n'appartenaient pas, ainsi que M. Alcide d'Orbigny l'avait avancé, à l'étage néocomien, mais qu'elles constituaient véritablement la base de l'étage moyen.

M. Alc. d'Orbigny fait à cette communication la réponse suivante :

Comme je l'ai fait remarquer aux généralités qui terminent les deux volumes publiés des terrains crétacés de ma *Paléontologie française*, l'examen de la superposition des couches et des faunes qu'elles renferment dans toutes les parties de la France démontre que ces terrains ont appartenu à cinq époques distinctes : les terrains néocomiens, aptiens, albiens (gault), turoniens (craie chloritée) et sénoniens (craie blanche). Vouloir réduire ces époques seulement à trois, ce serait faire une division arbitraire contraire aux faits existants.

M. Leymerie pense néanmoins qu'on doit diviser les terrains crétacés en trois : la *craie proprement dite*, le *green-sand*, le *terrain néocomien*.

La craie minéralogique, comme tout le monde le sait, se compose de deux étages tranchés, la *craie blanche* et la *craie chloritée*, qui, à Uchaux, au Mans, dans toute la Sarthe, à l'île d'Aix, et même en Angleterre, passe à un grès quarzeux renfermant les mêmes espèces que la craie de la montagne Sainte-Catherine, près de Rouen, par exemple. Ces grès sont les *grès verts supérieurs* des Anglais. On voit que, n'ayant égard qu'à la composition minéralogique, on séparerait de la craie chloritée les grès du Mans et d'Uchaux, qui n'en sont qu'une dépendance sous une autre forme minéralogique ; tandis que si l'on place les grès de l'O. de la France avec ceux de l'Aube et de l'Yonne, on réunira deux terrains tout-à-fait distincts, les grès de l'Aube et de l'Yonne dépendant du gault, ou terrain albien.

J'ai fait voir également (*Paléontologie française*, terrains crétacés, t. II, p. 404) que le nom de *green-sand* ne peut être admis, puisque le *green-sand* des Anglais, que M. Leymerie conserve comme étage, renferme : 1° les couches quarzeuses du terrain turonien, ou craie chloritée ; 2° les argiles du gault, ou terrain

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

albien ; 3° le terrain aptien, ou argile à *Plicatules* et à *Exogyra sinuata ;* 4° le terrain néocomien le mieux caractérisé avec la *Caprotina Lonsdalii*, etc., etc., propre à la couche de la *Caprotina ammonia* de Provence.

Il en résulterait que si la craie proprement dite renferme deux couches distinctes, le *green-sand* des Anglais en renferme quatre, que les géologues de ces contrées savent fort bien distinguer. C'est pour faire cesser cette confusion que j'ai cru devoir prendre de nouvelles dénominations pour les quatre étages supérieurs des terrains crétacés.

Dans son examen du département de l'Aube, M. Leymerie a reconnu une discordance entre la couche contenant l'*Exogyra sinuata* et le terrain néocomien. De ce fait il conclut, tout en disant que cette couche et son argile téguline, qui lui est supérieure, contiennent des coquilles propres et distinctes des coquilles du gault, qu'elles doivent être rapportées à cet étage, puisqu'elles en forment une continuité parfaite.

Si, au lieu de se borner au département de l'Aube, M. Leymerie avait embrassé et étudié l'ensemble des terrains crétacés de la France, il aurait sans doute changé d'opinion; car le département de l'Aube offre, par sa concordance de couches entre l'étage de l'*Exogyra sinuata* et le gault, une véritable exception, puisque nulle part ailleurs ces couches ne se trouvent réunies.

Je dirai d'abord un mot sur la concordance ou la discordance. Lorsqu'il y a discordance dans les couches, cela prouve qu'un mouvement terrestre s'est manifesté sur le lieu même ; dès lors on peut être certain de la ligne de démarcation entre deux époques. Mais à chaque époque géologique toutes les parties du globe ont-elles dû subir un mouvement semblable? Ici les faits prouvent le contraire, les terrains les plus distincts étant dans beaucoup de cas en concordance parfaite. On doit donc penser que des mouvements lointains ont pu changer les faunes, renouveler les espèces animales d'une localité, sans amener des dislocations générales, toujours apparentes, et sans que pour cela la concordance des dépôts soit modifiée. L'unité de composition des couches du globe prises dans toutes ses parties prouve que les effets ont été généraux; tandis que les causes qui les ont produits peuvent être plus ou moins restreintes à une superficie donnée.

J'ai dit que le département de l'Aube était une exception; voici sur quels faits je me fonde. Dans les départements de l'Aube et de l'Yonne, on trouve sans interruption en stratification concordante, la couche à *Exogyra sinuata*, les *argiles à Plicatules*, le

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

gault le mieux caractérisé, et même la *craie chloritée*. De cette concordance des trois premières couches, M. Leymerie pense, malgré la différence des faunes qu'elles renferment, que ces couches appartiennent à un même étage. Les choses sont loin de se passer de même partout où se trouvent le gault et les couches aptiennes.

Le gault se rencontre seul sans les couches aptiennes, à Folkstone, à Wissant, dans les départements des Ardennes et de la Meuse, à la perte du Rhône, à la montagne des Fis, en Savoie, à Clar (Var), à Saint-Paul-de-Fenouillet (Pyrénées-Orientales), à Clansaye (Drôme), à Morteau (Doubs).

Les *couches aptiennes* se trouvent aussi seules, et toujours sans le gault, au Pont-Varin, près de Wassy, aux environs d'Apt, dans les Basses-Alpes, et à Cassis. On voit que si les deux séries de couches se rencontrent réunies dans l'Aube, partout ailleurs le gault ou les couches aptiennes sont au contraire isolées. Ces faits nombreux seraient assez puissants pour faire croire, surtout lorsque les faunes sont distinctes, que le gault est une époque géologique séparée de l'époque aptienne.

En résumé, M. Leymerie pense que les couches à *Exogyra sinuata* sont distinctes du terrain néocomien. Tout le monde a pu voir que, dès 1841, j'en avais fait mes couches *aptiennes* (*Paléont.*, t. I, p. 631) en les séparant des terrains néocomiens proprement dits. Nous différons seulement par la jonction qu'il fait de ces couches avec le gault. Je crois, par la description des faunes distinctes de ces étages dans ma *Paléontologie*, et par les considérations qui précèdent, avoir motivé mon opinion pour leur séparation.

Quant au paragraphe dans lequel M. Leymerie rappelle la discussion de la réunion extraordinaire d'Aix, il aurait suffi à la Société d'ouvrir ma *Paléontologie* (terrains crétacés) t. I, p. 631, pour s'assurer que je considérais, ainsi qu'eux, les couches d'Apt comme assez distinctes du terrain néocomien pour leur avoir donné le nom de *terrain aptien* (1). Ma classification de ces couches dans un groupe distinct du gault est aussi facile à concevoir : les argiles à *Plicatules* d'Apt renferment des fossiles entièrement différents des fossiles du gault, et en tout identiques à ceux des

(1) Une absence de Paris, lors de l'impression de la fin du procès-verbal d'Aix, m'a empêché de répondre aux objections en renvoyant à mon ouvrage, où je dis que ces couches sont distinctes du terrain néocomien.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

couches à *Exogyra sinuata* et à *Plicatules* du Pont-Varin, près de Wassy, et des départements de l'Aube et de l'Yonne.

M. Itier dit qu'à Gargas les argiles dont on parle sont tout-à-fait distinctes du terrain néocomien. A la perte du Rhône, dit-il, commence le grès vert, caractérisé par des Exogyres autres que l'*Exogyra Couloni* caractéristique du terrain néocomien dans le département de l'Ain. Il croit que la perte du Rhône représente l'étage moyen crétacé.

M. Leymerie considère la présence des Plicatules comme insignifiante, parce qu'elles se rencontrent dans tous les étages.

M. Alc. d'Orbigny lui répond que les Plicatules de ces divers étages sont d'espèces différentes.

Séance du 20 *novembre* 1843.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC, 1er *vice-président.*

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

Le Vice-Président, présidant la séance, proclame membres de la Société :

MM.

Le docteur BERTI, avocat à Padoue, présenté par MM. Catullo et Viquesnel;

DUROCHER, ingénieur des mines à Rennes, présenté par MM. Élie de Beaumont et Viquesnel;

BROUILLET, notaire à Charroux, arrondissement de Civray (Vienne), présenté par MM. Mauduyt et Michelin.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la Justice, le *Journal des Savants*, numéro d'octobre 1843.

De la part de M. Ch. Martins, sa traduction du *Cours*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

complet de météorologie de L.-F. Kaemtz, professeur de physique à l'université de Halle. In-18, 524 pages, 10 pl. Paris, Paulin, 1843.

De la part de M. A. Bravais, son ouvrage sur les lignes d'ancien niveau de la mer dans le Finmark (extrait des *Voyages de la commission scientifique du Nord*, etc.). In-8°, 72 pages, 1 carte.

De la part de M. Roemer, son ouvrage intitulé : *Die versteinerungen des Harzgebirges* (Sur les pétrifications et les relations géologiques du Harz). In-4°, 40 pages, 12 planches, Hanover, 1843.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1843, 2e semestre (t. XVII, nos 19 et 20).

Nouveaux Mémoires de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles, t. XVI, 1843.

Bulletin des séances de l'Académie royale de Bruxelles, t. X, nos 6, 7 et 8.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers, n° 4, 14e année. Angers, 1843.

Mémorial encyclopédique, n° d'octobre 1843.

L'Institut, nos 515, 516.

L'Écho du monde savant, nos 37—40.

L'Athenæum, nos 837, 838.

The Mining Journal, nos 429, 430.

De la part de M. E. Robert, une *Vue des côtes occidentales du Finmark.*

CORRESPONDANCE.

M. Michelin donne connaissance d'une lettre par laquelle M. l'abbé Chamousset demande que la réunion extraordinaire de la Société à Chambéry ait lieu avant le 15 août prochain, parce que beaucoup de personnes de Chambéry qui désirent y assister seront absentes après cette époque.

Cette lettre est renvoyée au conseil.

M. Angelot dépose sur le bureau le projet d'une rédaction nouvelle d'un certain nombre d'articles du règlement admi-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nistratif de la Société pour une nouvelle édition de ce règlement, la première étant totalement épuisée.

Ce projet, conformément au règlement, est renvoyé à l'examen du conseil, pour de là revenir à celui de la Société dans la première séance de janvier.

M. Pissis lit le Mémoire suivant :

Observations sur le relief et les limites primitives des terrains tertiaires du bassin de l'Allier, par M. Pissis.

L'élévation successive des couches tertiaires du bassin de l'Allier à mesure que l'on avance vers le sud est un fait qui avait frappé la plupart des géologues qui ont eu occasion de parcourir l'Auvergne, et à chaque époque cette circonstance reçut des explications en rapport avec l'état de la science. Toutefois, nous étions loin de penser qu'après les belles recherches de M. Elie de Beaumont sur les soulèvements, l'hypothèse de lacs échelonnés, par laquelle on avait d'abord cherché à s'en rendre compte, pût compter encore quelques partisans, lorsqu'à la dernière séance du mois de juillet M. Raulin est venu combattre cette hypothèse dans un mémoire où l'auteur, après avoir rappelé les principaux faits déjà connus, arrive aux conclusions suivantes :

« 1° Les terrains tertiaires du bassin de l'Allier et de la Loire, de Decize à Brioude d'une part, et de Decize à Saint-Rambert de l'autre, ont été déposés sous une même nappe d'eau.

» 2° Postérieurement à leur dépôt, ces terrains ont éprouvé un relèvement général du N. au S., lequel s'est combiné dans le bassin de l'Allier avec une gibbosité conique, allongée, ayant le puy de Barneyre pour sommet.

» 3° Le grand axe de cette gibbosité conique a une direction à peu près parallèle à celle de la chaîne principale des Alpes, et se trouve à peu près dans le prolongement de cette même chaîne.

» 4° Le sommet de cette gibbosité coïncide avec le centre de position des cônes basaltiques de la Limagne et des montagnes environnantes. »

Ces conclusions nous paraissant incomplètes et inexactes, nous allons les mettre successivement en parallèle avec les faits que présentent ces terrains considérés, soit dans leur altitude, soit dans les rapports qui ont pu exister entre leurs diverses parties. Nous ne voyons pas, en premier lieu, quels sont les motifs qui ont pu déterminer M. Raulin à placer la limite du bassin tertiaire de l'Al-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lier à Brioude plutôt qu'à Chavagnac, c'est-à-dire 5 lieues plus au S. Nous n'y voyons aucune raison, si ce n'est la difficulté qu'offraient ces couches tertiaires de la plaine de Paulhaguet à l'hypothèse d'un abaissement graduel du terrain au S. du puy de Barneyre. Dans ce cas, il est vrai, le moyen de soutenir cette opinion était d'en faire un bassin séparé; mais quels sont les faits qui motivent cette séparation, nous n'avons pu encore les reconnaître. D'abord le bassin de Paulhaguet ne se trouve point séparé de celui de Brioude par une petite chaîne gneissique, ainsi que semble l'indiquer ce mémoire; le terrain tertiaire se continue au S. de Brioude et à l'E. de l'Allier, dans la plaine de Javaugues jusqu'à Frugères; à partir de ce point il est remplacé, il est vrai, par des gneiss; mais ces gneiss, où la Senouire a creusé son lit, sont à un niveau inférieur. On arrive ensuite aux plateaux basaltiques de Domeyrat, où les couches tertiaires se montrent au-dessous du basalte, reposant sur le gneiss, qui forme la base de ce plateau, et se continuant sans interruption dans toute la plaine de Paulhaguet. Or, la distance qui sépare Frugères de Domeyrat est moindre de 2,000 mètres; sur l'un et l'autre point les couches sont de même nature, seulement un peu plus élevées à Domeyrat qu'à Frugères. On aurait donc beaucoup plus de raison de considérer les couches de Montmartre et du Mont-Valérien comme ayant fait partie de deux bassins séparés, et nous ne pensons pas qu'une pareille idée soit venue à aucun géologue.

Considérons maintenant les faits qui se rapportent au niveau de ce terrain, et particulièrement la gibbosité du puy de Barneyre. Nous observerons d'abord que si le relief du terrain tertiaire présentait quelque chose de semblable, le sommet de cette partie relevée en forme de cône ne serait pas au puy de Barneyre, mais à Autrac, où, d'après les mesures mêmes de M. Raulin, le calcaire atteint une altitude de 967 mètres, tandis qu'au puy de Barneyre elle n'est que de 810; et s'il voulait faire encore de ce point un bassin particulier, nous ferions remarquer qu'il n'est éloigné du plateau de Bressol que de 3,000 mètres; qu'au-dessous du basalte de ce plateau on retrouve les mêmes argiles qui supportent le calcaire d'Autrac, et qu'on peut les suivre de là jusqu'au Mont-Celet sous tous les basaltes qui dominent l'Allagnon. Si, partant d'Autrac, on se dirige vers le N. en suivant la limite occidentale du terrain tertiaire, les points qui se présentent sont les suivants : la montagne du Caure, d'où l'on domine tous les plateaux de la Limagne, le puy d'Isson, élevé de 857 mètres, le puy de Barneyre, de 852, le puy de Giron, 843, le puy de Chateix, où les arkoses

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

formant la base du terrain lacustre atteignent une altitude de 600 mètres. Que peut-il ressortir de ces faits, si ce n'est la grande altitude du terrain tertiaire sur toute la limite occidentale et son abaissement régulier du S. au N.? Nous dirigerons-nous maintenant sur la limite occidentale du même bassin, les faits seront encore plus concluants pour montrer l'absence de toute gibbosité correspondant au puy de Barneyre; car nous pourrons disposer ici d'un horizon indépendant de toutes mesures et des erreurs qu'elles peuvent entraîner avec elles : nous voulons parler du cours de l'Allier. Eh bien! que ressort-il des observations que l'on peut faire en suivant le cours de cette rivière? un fait constant, un fait qui n'admet aucune exception, c'est qu'à partir de Coudes jusqu'à l'extrémité du bassin tertiaire, cette rivière coule toujours au-dessous des argiles et des arkoses qui forment la base de ce terrain, tandis qu'au N. de ce point et sur le grand axe même de la prétendue gibbosité, ces mêmes roches plongent sous la rivière. Ainsi, que l'on examine la limite occidentale ou la limite orientale du bassin de la Limagne, rien ne signale l'existence d'un bombement quelconque ni d'une double inclinaison du N. et du S. vers un point déterminé; tout indique, au contraire, une pente générale et régulière du S. au N. et de l'O. à l'E. Il serait inutile, d'après cela, de chercher quelle peut être la direction du grand axe d'une gibbosité qui n'existe point. Toutefois, comme la situation du puy de Barneyre sur la ligne qui joindrait le Mont-Dore à la chaîne principale des Alpes, et la coïncidence de cette ligne avec la direction de la chaîne, présente au premier abord quelque chose de spécieux, je crois qu'il est utile pour la science de rétablir les vrais rapports en montrant combien une telle supposition semble peu fondée. La direction de la chaîne principale des Alpes, telle que l'a donnée M. Elie de Beaumont, est de l'E. 16° N. à l'O. 16° S., ou, ce qui est la même chose, le grand cercle qui représente cette direction fait avec le méridien de l'un des points de la chaîne un angle de 106°. Prenons le Mont-Blanc pour ce point : sa latitude est de 45° 50′, sa longitude à l'E. du méridien de Paris de 4° 31′; la longitude du pic de Sancy, à l'E. du même méridien, de 0° 29′; si l'on calcule d'après ces données le point où le grand cercle représentant la direction de la chaîne principale des Alpes va rencontrer le méridien du pic de Sancy, on trouve qu'il coupe ce méridien par les 44° 57′; la latitude du pic est de 45° 30′, ce qui donne une différence de 33′, ou 61 kilomètres. Ainsi le prolongement de la chaîne principale des Alpes ne passe point par le Mont-Dore, mais à environ 14 lieues au S. de ce point, c'est-à-dire au S.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

même du Cantal. Si, au lieu d'un angle de 16° au N., on prenait l'angle de 12° indiqué par M. Raulin, on trouverait pour le point d'intersection 45° 7′: c'est à peu près la latitude du centre du Cantal.

Enfin l'arc du grand cercle qui joindrait le Mont-Dore et le Mont-Blanc ne ferait plus qu'un angle de 5° 18′. Cette différence de 5 à 16 est un peu trop grande pour qu'il puisse venir à l'idée d'y voir une identité de direction.

Il résulte des faits précédents que, suivant nous, aucune des hypothèses de M. Raulin ne peut être admise, soit qu'elle se rapporte aux limites du bassin tertiaire de l'Allier, à son relief ou aux modifications qu'il a pu éprouver lors du soulèvement de la chaîne principale des Alpes.

Les questions qui se rapportent au relief du terrain tertiaire de l'Auvergne ont paru toujours fort compliquées, et les difficultés se sont pour ainsi dire accrues à mesure que ces terrains ont été étudiés avec plus de soin, que les observations se sont multipliées. Ces difficultés tiennent à l'irrégularité même de ce relief, à des circonstances locales qui se trouvent combinées aux mouvements généraux qui en masquent les caractères et qu'il est souvent impossible d'éliminer. Le premier résultat qui ait frappé tous les géologues qui ont longtemps étudié l'Auvergne, est la grande élévation du terrain tertiaire partout où il se trouve en rapport avec les produits volcaniques. Cette élévation dépend de deux causes qu'il est facile de reconnaître : de l'action protectrice des nappes basaltiques qui se sont opposées aux érosions qui partout ailleurs ont emporté la partie supérieure de ce terrain, et des soulèvements souvent très limités qui ont été produits par la sortie des roches pyrogènes. La grande inclinaison de ces couches, leur flexion et leur brisement, sont autant de témoins de cette action que nous avions déjà signalée en 1834 (1), et sur laquelle M. Rozet est venu l'année dernière nous communiquer de nouvelles observations. Il devient fort difficile, d'après cela, de distinguer les parties du terrain tertiaire qui sont encore en place ou qui n'ont participé qu'à des mouvements généraux de celles qu'une cause locale a déplacées, car le seul caractère que l'on puisse invoquer, l'horizontalité apparente des couches, ne prouve rien contre leur déplacement. Si l'on veut chercher quelque part des traces des mouvements généraux qui ont été imprimés à ce

(1) *Notice sur le basalte de Laroche.* (*Annales de la Société d'agriculture, etc., du Puy.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

terrain, il faut donc éliminer toute la partie qui s'est trouvée protégée par les produits volcaniques, et se transporter à la plus grande distance possible de ces causes perturbatrices. Mais alors une autre difficulté se présente, surtout dans la partie S. du bassin, c'est l'absence des couches supérieures. Il devient indispensable de prendre un autre horizon, situé le plus près possible de la partie inférieure, qui seule se trouve conservée. Nous ne prendrons pas non plus la limite inférieure de ce terrain, car nous ne ferions que compliquer la question en y introduisant toutes les inégalités que pourrait offrir le fond du lac où il s'est déposé. Cette limite est formée tantôt par des argiles grossières, rouges, irrégulièrement veinées de bleuâtre, tantôt par des arkoses ou des métaxites, et nous ferons remarquer en passant que toutes les fois que le gneiss formait le fond du bassin, les argiles se sont produites, tandis qu'il y a eu formation d'arkose ou de métaxite lorsque le granite ou les porphyres avaient succédé au gneiss. C'est au-dessus de ces roches, arkoses ou argiles, que l'on commence à rencontrer des couches régulièrement stratifiées, et parmi celles-ci des marnolites d'un blanc bleuâtre, alternant avec des argiles rouges. Ces marnolites, dont la puissance varie de 1 à 2 mètres, sont très constantes dans toute la partie S. du bassin; leur faible épaisseur d'une part, et leurs caractères bien tranchés les rendent très propres à servir d'horizon. Près de la limite S. du bassin tertiaire, dans la plaine de Paulhaguet, ces couches sont trop morcelées pour qu'on puisse en tirer aucune conclusion; ce n'est que dans la partie où ce bassin commence à s'élargir, près de Brioude, que l'on peut rencontrer des portions assez étendues pour les rattacher les unes aux autres. Un peu au S. de cette ville, à la Croix des Frères, ces couches atteignent une hauteur de 55 mètres au-dessus de l'Allier, tandis qu'à Fontanes, placé à une lieue plus à l'E., elles ne sont plus qu'à 6 mètres au-dessus de cette rivière. A Lespinasse, placé à environ un myriamètre à l'O. de Brioude, ces couches atteignent une altitude de 608 mètres; à Brioude elle n'est plus que de 431, et à Lamotte, placé à une lieue à l'E. de cette ville, de 417 mètres. Ainsi, sur ces deux lignes, courant de l'O. à l'E., dans cet espace où il n'existe aucune production volcanique, le terrain va s'abaissant de l'O. à l'E. Une troisième ligne, passant par le puy de Molzou, Laroche et Lende, nous donnerait encore le même résultat; mais nous ne l'admettons qu'avec réserve, le basalte de la roche ayant évidemment déplacé les couches qui, dans cette partie, plongent de 15° vers l'E. Telles sont les seules données entièrement soustraites à l'in-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

fluence des agents volcaniques, que l'on puisse recueillir dans la partie S. du bassin de l'Allier. Au N. de ce point, les dykes de basalte apparaissent de toutes parts et ne cessent de se montrer qu'à plusieurs lieues au N. de Clermont. Au-delà de cette ville, l'inspection des plateaux tertiaires signale encore une pente de l'O. à l'E. Ces faits une fois établis, nous allons essayer de déterminer ce que l'on observe de plus constant et de plus général dans la partie des terrains tertiaires où se sont fait jour les nombreuses coulées volcaniques. Nous nous garderons bien de faire entrer comme éléments les altitudes de quelques points; car, en choisissant tel ou tel sommet, nous pourrions faire prendre au plan tangent toutes les positions imaginables; ce serait, en un mot, vouloir déterminer les accidents du sol d'une forêt par la cime de quelques arbres. Ce sont ici les faits généraux qu'il faut seuls considérer et non quelques circonstances locales.

Le premier fait susceptible d'une grande généralité est la direction des vallées comprises entre l'Allier et la limite occidentale du bassin; elles courent toutes de l'O. à l'E., inclinant un peu vers le N. Ces vallées étant évidemment postérieures au dépôt des couches tertiaires, leur direction ne peut être que le résultat de l'inclinaison de ces couches dans le même sens.

Un second fait du même genre, et qui montre d'une manière non moins évidente l'inclinaison des couches de l'O. à l'E., c'est que dans la partie supérieure tous les cours d'eau qui occupent le fond de ces vallées coulent sur le granite ou le gneiss, tandis que près de leur réunion à l'Allier leur lit est creusé dans le terrain tertiaire.

Enfin il existe une autre méthode propre à déterminer les traits généraux du relief d'une contrée; cette méthode demande, il est vrai, la plus grande réserve dans son application: aussi ne l'emploierons-nous qu'en dernier lieu, et comme la contre-épreuve des indications précédentes. L'inspection des cartes détaillées de l'Auvergne montre que les lambeaux du terrain tertiaire de la Limagne forment plusieurs séries de plateaux dirigés sensiblement de l'O. à l'E.

Si l'on pouvait saisir d'un seul coup d'œil l'ensemble de toute une série, et que la position de l'observateur fût telle que chaque point de cette ligne se trouvât pour lui à la même distance, il est évident que toutes les parties conserveraient leurs vrais rapports, et rien ne serait plus facile, dans ce cas, que de déterminer s'il y a ou non relèvement du terrain vers l'une ou l'autre extrémité de la ligne. Le résultat sera sensiblement le même si l'on se place

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à une distance assez grande pour que les lignes menées aux divers points d'une de ces séries de plateaux ne diffèrent que d'une très petite quantité. Cette dernière circonstance est facile à réaliser pour deux de ces séries comprises entre Issoire et Clermont; il suffit pour cela de se placer sur l'un des plateaux basaltiques compris entre Château-Gay et Riom. On découvre d'abord une première série formée par les plateaux du puy de Giroux, de Gergovia, des côtes de Gandaillat, du puy de Mur et du puy Benoît. Le puy de Giroux forme le point culminant, vient ensuite Gergovia, dont la longueur est assez grande pour que la pente de l'O. à l'E. s'aperçoive très bien, puis les côtes de Gandaillat; à partir de ce point, la ligne se relève au puy de Mur, et s'abaisse de nouveau en allant à l'E. Le résultat est le même, soit que l'on considère le sommet des plateaux, soit que l'on considère la partie inférieure des nappes basaltiques ou la surface du terrain tertiaire. La seconde série, que l'on découvre du même point, est formée par le puy de Barneire, le puy de Corent, le puy de Saint-Romain et quelques buttes placées plus à l'E.

Entre Barneyre et le puy de Corent, la pente de l'O. à l'E. est manifeste; il y a un relèvement très considérable au puy Saint-Romain, après quoi le terrain continue à s'abaisser en allant à l'E.

Près de l'extrémité S. de la Limagne on peut faire une observation semblable: du sommet du Mont-Celet on découvre le puy d'Isson, Vodable, les plateaux du Broc et de Bergone, Nonette et le pic d'Usson. L'abaissement est manifeste du puy d'Isson jusqu'à Nonette, et la série vient se terminer par un relèvement considérable qui forme le pic d'Usson. Si, au lieu de projeter le terrain sur des plans dirigés de l'O. à l'E., on le projette sur des plans méridiens, les plateaux se montrent alors comme une suite de gradins qui viennent s'adosser contre la chaîne granitique qui, à l'occident, supporte les puys volcaniques. C'est ce que l'on peut surtout observer de la côte du Pin, située près du confluent de l'Allier et de l'Allagnon; on aperçoit sur le premier plan le Mont-Celet et les plateaux qui l'avoisinent, plus loin le plateau de Chambezon et la montagne du Caure, et à l'horizon le massif de Cézalier. La côte du Pin se trouvant à un niveau très inférieur à celui des plateaux du Mont-Celet, l'élévation graduelle des plateaux placés à l'O. de celui-ci se trouve démontrée de la manière la plus évidente: ainsi, sous quelque face que l'on envisage le terrain tertiaire de la Limagne, il en ressort ce fait général de l'élévation du terrain à mesure que l'on avance vers l'O.

Nous ne répéterons pas ici ce que nous avons dit au commen-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

cement de cette note sur l'élévation du même terrain en allant du N. au S.; nous ferons seulement remarquer qu'elle est beaucoup moins sensible que celle qui a lieu de l'E. à l'O. Il nous resterait à examiner si ces deux mouvements généraux du N. au S. et de l'E. à l'O. sont le résultat de phénomènes différents, ou s'ils sont dus à une seule et même cause. Cette question devant être traitée dans un travail que nous nous proposons de communiquer plus tard à la Société, nous nous bornerons pour le moment à faire remarquer que le prolongement de la chaîne principale des Alpes passant, non par le puy de Barneyre, mais au S. de l'extrémité méridionale du bassin tertiaire, son élévation graduelle du N. au S. pourrait se rattacher au soulèvement de cette chaîne.

A la suite de cette lecture, M. Raulin déclare qu'il avait eu recours à la carte géologique de France pour la délimitation du bassin tertiaire, et que l'examen de la configuration du sol sur cette carte géologique avait été une des raisons qui l'avaient déterminé à considérer les environs de Paulhaguet comme formant un petit bassin séparé. Il lui semble évident que le terrain tertiaire est moins élevé à Brioude qu'au puy de Barneyre.

M. Pissis répond que la base des terrains tertiaires est plus élevée à Brioude qu'au puy de Barneyre; que la carte géologique de France indique bien les lambeaux de ces terrains, mais non les limites des bassins; que ces lambeaux peuvent avoir fait partie d'un même bassin; que la Senouire, qui coule dans le bassin de Paulhaguet, va se réunir à l'Allier près Brioude; qu'il n'y a donc pas là de chaîne de montagnes.

M. Raulin pense que la topographie de la carte de France n'est pas d'accord avec M. Pissis.

M. Pissis trouve que cette carte est d'une grande exactitude; mais qu'elle ne montre rien de semblable à ce qu'a cru pouvoir en déduire M. Raulin.

M. Raulin n'a pas assez présente à l'esprit la configuration de l'Auvergne pour répondre actuellement à M. Pissis; mais il annonce l'intention où il est de le faire dans la prochaine séance.

M. Eugène Robert offre à la Société une *Vue des côtes occidentales du Finmark*. Il lit ensuite la note suivante, en

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

réponse à celle de M. Martins au sujet des glaciers du Spitzberg (1).

Dans la réponse que M. Martins a faite le 19 juin dernier à des observations critiques que j'ai cru devoir présenter sur quelques points de ses idées, relativement aux glaciers du Spitzberg, ce voyageur regarde l'amas de débris figuré dans la planche géologique que j'ai eu l'honneur d'offrir à la Société dans une de ses dernières séances, et qui a soulevé cette petite polémique, comme étant la terminaison d'une moraine latérale, tandis que la légende porte *terminale*.

J'en demande pardon à M. Martins: non seulement j'ai dessiné la moraine que je regarde comme étant terminale, de la mer, où j'aurais pu m'en laisser imposer sur sa véritable position, mais je suis descendu à terre, et l'ai suivie sur une étendue considérable de la côte; elle formait, pour me servir de la juste expression de M. Martins, une ligne concentrique ou parallèle à l'extrémité d'une grande partie du glacier de la Pointe-des-Renards, qui, sur ce point, n'aboutit pas à la mer.

Craignant d'ailleurs que mes souvenirs ne vinssent à me tromper, j'invoquerai l'autorité de M. Mayer, peintre de l'expédition, qui est prêt à déclarer, au besoin, que la moraine en litige était positivement au-devant du glacier et non sur ses côtés.

M. Martins répond à M. Robert:

Dans une note insérée t. XIV, p. 564, M. Eugène Robert attaquait l'opinion émise par moi qu'il n'y a pas de véritables moraines terminales devant les glaciers du Spitzberg. Je lui répondis une première fois. Il renouvelle maintenant ses objections, et je répète que l'amas de débris situé à une des extrémités de l'escarpement terminal du glacier, dont il offre un dessin à la Société, n'est point une moraine *terminale*, parce que les glaciers du Spitzberg n'en ont point et ne sauraient en avoir. En effet, une moraine terminale ne peut se former que de deux manières : 1° quand le glacier est très étroit, les blocs des moraines latérales, tombant du haut de l'escarpement terminal de la glace, forment quelquefois une digue concentrique à l'extrémité inférieure du glacier; or la longueur de l'escarpement terminal des glaciers du Spitzberg que j'ai observés, variant entre 900 et 1850 mètres, il est évident que les moraines

(1) Tome XIV du *Bulletin*, page 565.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

terminales ne pourraient être engendrées de cette manière. 2° Les véritables moraines terminales des grands glaciers de la Suisse reconnaissent une origine différente. Ces glaciers étant formés par la réunion de plusieurs glaciers secondaires, les moraines *latérales internes* des glaciers secondaires se réunissent au confluent de ces glaciers et forment alors une ou plusieurs moraines *médianes* superficielles qui cheminent au milieu de la surface du glacier et parallèlement à son axe longitudinal. (*Voy.* Agassiz, *Études sur les glaciers*, pl. XIV, IV et V.) Arrivés à l'extrémité inférieure de ces glaciers, les blocs erratiques qui composent ces moraines médianes sont précipités au bas de l'escarpement de glace et forment une digue concentrique à l'extrémité inférieure du glacier; exemple, les glaciers de Viesch et de Zermatt (pl. IX et VI). Ce mode de formation est impossible sur les glaciers du Spitzberg, qui sont tous des glaciers simples placés entre des chaînes de montagnes parallèles et non ramifiées. Aucun des glaciers que j'ai vus n'étant formés par la réunion de plusieurs glaciers secondaires pourvus de moraines latérales, ils n'ont donc point et ils ne sauraient avoir de moraines terminales. D'ailleurs c'est au fond de la mer qu'il faudrait le chercher; or les profondeurs considérables que les officiers de *la Recherche* ont trouvées au pied de ces escarpements de glace ne laissent aucun doute à cet égard, car elles varient entre 65 et 110 mètres.

En résumé, voici ce qui a pu tromper M. Robert et lui faire prendre l'extrémité inférieure d'une moraine latérale pour une moraine terminale. Les glaciers, comme on sait, se jettent tantôt sur une de leurs rives, tantôt sur l'autre; alors ils franchissent leur moraine latérale et en séparent l'extrémité inférieure, qui reste isolée devant l'escarpement terminal. En 1841, le glacier inférieur du Grindelwald présentait un phénomène de ce genre. Le dessin même de M. Robert prouve de la manière la plus évidente que le petit amas qu'il représente n'est point une moraine terminale. En effet, s'il en était ainsi, on verrait sur le glacier les blocs erratiques, qui en s'éboulant ont dû former cette moraine: or, sur le dessin on n'aperçoit pas un seul de ces blocs.

On ne saurait supposer que cet amas est formé par des blocs et détritus contenus dans la glace; car les blocs enchâssés dans la glace sont rares, les détritus en petite quantité, et même, dans cette hypothèse, l'amas en question ne serait pas une moraine terminale; car, ainsi que je l'ai fait voir dans mon Mémoire (*Bulletin de la Société*, t. XI, p. 288), il n'y a jamais de blocs au milieu de la surface des glaciers, ni *dans* le mur vertical qui fait face

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à la mer. Les longues heures que j'ai passées devant ces glaciers pour prendre les températures de la mer me permettent d'affirmer ce fait de la manière la plus positive pour les sept glaciers de Bellsound et de Magdelena-Bay.

M. Eugène Robert réplique que la moraine qu'il regarde comme terminale provient des matériaux contenus et enchâssés dans le glacier, et non portés dessus ; que ce sont, en un mot, les détritus du glacier, comme cela se voit en Islande.

M. Eugène Robert lit ensuite une autre note sur les *Traces anciennes de la mer sur les côtes de la Haute-Normandie*, par M. Eugène Robert.

Dans les voyages que nous eûmes occasion de faire en Islande, en Scandinavie, au Spitzberg et dans le nord de la Russie, nous n'avons presque pas visité un point des côtes qui ne nous ait offert des traces du séjour ancien de la mer, soit dans le relief des roches volcaniques anciennes, primordiales et secondaires, mamelonnées, usées et striées, soit dans l'existence incontestable de tufa coquilliers, d'argiles coquillières et de véritable falun, soit même dans la présence de blocs roulés et de simples dépôts de sable ou d'argile; nous croyons aujourd'hui pouvoir signaler des traces du même ordre dans nos falaises de la Manche.

Bien que la craie blanche dont la plupart de ces falaises se composent ait été entamée par la mer et le soit encore au point de faire disparaître les repères les plus anciens, il existe cependant le long de cette immense muraille naturelle, qui s'avive tous les jours par suite des éboulements, des parties qui ont résisté à l'action de la mer depuis un temps très reculé, des parties consolidées tantôt par un travertin d'eau douce, tantôt par une brèche épaisse qui les revêt; c'est surtout à l'entrée des gorges profondes qui rayonnent de toutes parts dans la charpente crayeuse de la Haute-Normandie, les unes vers la mer, les autres vers la Seine, que se montrent des traces anciennes de la mer.

A des hauteurs qu'il est difficile de préciser, variables suivant les localités, depuis le niveau atteint par les plus fortes marées jusque vers le faîte des plus hautes falaises, la surface de la roche, profondément rongée, met en saillie des lits de silex qui la parcourent horizontalement. Jusque là on pourrait attribuer ce relief aux intempéries de l'air; mais plusieurs de ces érosions,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

converties en véritables cavernes, sont remplies de sable argileux stratifié, exactement semblable à celui que la mer dépose encore au fond des cavernes qu'elle ne cesse de creuser; leur plancher supérieur offre de dehors en dedans des sillons parallèles, qui sont évidemment le stigmate de l'action d'eaux poussées avec violence dans un espace étroit.

Entre Dieppe et Fécamp, notamment à Saint-Valery-en-Caux, à gauche de la jetée d'aval, on pourra s'assurer de ce que j'ai l'honneur de soumettre aux géologues.

M. Eugène Robert lit une troisième note sur l'*application de la géologie à la météorologie. — Action remarquable des vents de O.-N.-O. sur les galets et la direction de l'embouchure des rivières dans la Haute-Normandie*, par M. Eugène Robert.

La plupart des grandes vallées de cette province de la France qui s'ouvrent vers la Manche sont, comme on sait, parcourues par de petites rivières dont les sources sont à une faible distance de la mer. Quand elles manquent, on est sûr de voir, à marée basse, au milieu d'une espèce d'oasis de plantes marines d'un vert remarquable, et à droite ou à gauche des falaises les plus voisines, sortir de la roche même, et quelquefois en jaillir des sources équivalentes. Dieppe, Veules, Cany, Fécamp, sont dans le premier cas; Saint-Valery-en-Caux dans le second.

Comme toutes les rivières qui parcourent des vallées, la rivière d'Arques, celle de Fécamp et la Durdent, indépendamment de leurs sinuosités, occupent le centre de celles qu'elles arrosent; mais, près de se décharger dans la mer, on les voit tout-à-coup dévier de leur cours et se porter sans exception vers le N.-E., au point de baigner le pied de la falaise située de ce côté; elles laissent par conséquent entre leur embouchure et la falaise opposée un espace considérable, occupé littéralement par une colline de galets. Ajoutons que l'entrée des ports de Dieppe et de Fécamp a lieu exactement par l'embouchure de ces rivières. La magnifique carte géologique de France, par MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont, est à points assez grands pour que cette disposition soit parfaitement reconnaissable.

Cette tendance remarquable qu'ont donc les rivières de la Haute-Normandie à se porter vers le N.-E. tient évidemment et depuis un temps immémorial à une seule cause, à l'action prédominante des vents qui soufflent de la partie O.-N.-O. du com-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pas, action telle, que les galets qui ont passé du côté O. de la jetée d'aval au côté E. de la jetée d'amont ne retournent jamais à leur point de départ.

Il en résulte que, suivant cette direction, les galets et le sable sont toujours chassés obliquement à l'entrée des vallées, ce qui nécessairement a dû modifier l'embouchure des rivières qui les parcouraient, et forcé les hommes à bâtir les villes de Dieppe et de Fécamp sur l'espèce de delta tracé d'un côté par l'action de la mer, et de l'autre par le cours des eaux douces; nous dirons plus, c'est que cette action a été assez puissante pour que, dans certaines circonstances, des cours d'eau qui n'ont pu maintenir leur passage aient complétement disparu sous les galets, d'où, à marée basse, on les voit sourdre comme à Etretat.

A défaut d'observations météorologiques suffisantes pour faire connaître sur une plage quels sont les vents qui y soufflent le plus, les voyageurs destinés à parcourir rapidement des régions lointaines ne pourront-ils pas, en mettant à profit les faits ci-dessus, acquérir la preuve de ce qu'ils désireraient savoir dans l'examen de la disposition des embouchures des rivières et celle des accumulations de galets?

M. Michelin demande à M. Robert s'il a remarqué le même fait à la partie méridionale des côtes de France.

M. Eugène Robert répond qu'il n'a pas encore eu occasion de porter ses investigations de ce côté-là. En jetant un coup d'œil sur la carte précitée, il se demande si la direction de l'embouchure de la Gironde ne serait pas déterminée par les vents dominants sur ce point de notre littoral. Il termine ensuite ses lectures par la note suivante :

Grande Ammonite dans la craie blanche des côtes de la Manche, par M. Eugène Robert.

Les paléontologistes attachent une si grande importance à la distribution des fossiles dans les couches sédimentaires de l'écorce du globe, qu'il ne sera peut-être pas sans intérêt de leur soumettre le fait suivant.

En examinant avec une scrupuleuse attention un éboulement nouvellement survenu dans les falaises crayeuses de Saint-Valery-en-Caux, j'ai observé à la surface d'un gros fragment de craie l'empreinte d'une grande espèce d'Ammonite; malheureusement

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'état friable dans lequel se trouvait la roche ne m'a pas permis d'en détacher cette empreinte pour la mettre sous les yeux de la Société.

La roche qui renfermait cette Ammonite, d'après d'autres fossiles qu'il serait superflu d'énumérer ici, appartenait évidemment à la craie blanche, et provenait de couches parfaitement horizontales.

Cependant je dois dire que, eu égard à l'absence complète de Bélemnites, je suis porté à regarder les couches d'où provenait l'Ammonite, et malgré leur grande puissance, puisqu'elles constituent des falaises de 65 à 98 mètres de haut, comme étant la partie inférieure de la craie blanche; un changement dans la consistance de la roche, devenue presque lithoïde, et une teinte légèrement jaunâtre sur quelques points de la côte, là où elle est baignée par la mer à marée haute, m'ont seuls fait supposer que la craie blanche de Saint-Valery n'est pas très éloignée de la craie tufau.

Quoi qu'il en soit, la présence d'un céphalopode tel que l'Ammonite dans la craie blanche aurait-elle le droit de surprendre beaucoup les paléontologistes lorsque nous avons déjà eu occasion de recueillir nous-même un de ses congénères, une Hamite, dans la craie blanche à Bélemnites de Meudon?

M. Constant Prevost, revenant sur la deuxième des quatre notes que vient de lire M. Eugène Robert, dit avoir observé depuis longtemps des traces d'anciens niveaux de la mer sur les côtes de la Manche, et notamment des terrasses du côté du Tréport, où elles figurent presque un amphithéâtre; qu'il a vu aussi des traces sur des roches saillantes de l'action prolongée des eaux, et notamment entre Corbeil et Melun, où des roches de calcaire siliceux sont creusées de vastes cavernes présentant des dépôts de sable stratifié à 60 pieds à peu près au-dessus du niveau de la Seine, ce qui se lie aux marques existant sur les côtes de la Manche.

M. Eugène Robert répète que des traces très remarquables de cet ancien séjour existent aux environs de Saint-Valery.

M. Michelin fait observer que M. Passy a déjà, et depuis longtemps, figuré ces traces d'ancien niveau de la mer dans son ouvrage sur le département de la Seine-Inférieure.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. d'Archiac cite, comme semblant indiquer la présence de la mer à une époque ancienne, un amas considérable de *Cardium edule* derrière le château de Saint-Valery-sur-Somme, au-dessus de la couche de dalles tertiaires, qui repose elle-même sur la craie.

M. Deshayes, qui devait lire des observations sur un Mémoire de M. Alcide d'Orbigny, ajourne sa lecture, à cause de l'absence de ce dernier.

Le secrétaire donne lecture d'un Mémoire de M. Marcel de Serres, transmis à la Société par M. d'Archiac, et intitulé : *Notice sur les terrains d'eau douce du bassin émergé de Castelnaudary* (*Aude*).

Séance du 4 décembre 1843.

PRÉSIDENCE DE M. ALCIDE D'ORBIGNY.

M. Angelot, secrétaire, donne lecture de la continuation du procès-verbal de la séance du 6 novembre, qui est adopté.

Il donne ensuite lecture du procès-verbal de la dernière séance, qui est également adopté.

Le Président proclame membre de la Société :

M. Henrique Rosales, ingénieur des mines, présenté par MM. Alcide d'Orbigny et Viquesnel.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Ch. d'Orbigny, la 41e livraison du tome IV du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle* dont il dirige la publication.

De la part de M. le vicomte d'Archiac, ses *Études sur la formation crétacée des versants S.-O. et N.-O. du plateau central de la France*, 1re partie (extrait des *Annales des sciences géologiques*, 2e année). In-8°, 100 pag., 2 planches. Paris, 1843.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

De la part de M. de Collégno, son *Essai d'une classification des terrains tertiaires du département de la Gironde.* In-8°, 44 pages. Bordeaux, 1843.

De la part de M. Buteux, son *Esquisse géologique du département de la Somme* (extrait des *Mémoires de l'Académie d'Amiens*, année 1843). In-8°, 141 pages, une carte. Amiens, 1843.

De la part de M. H. Lecoq, 1° son *Itinéraire de Clermont au Puy-de-Dôme, ou Description de cette montagne et de la vallée de Royat et Fontanat.* In-8°, 102 pages, 4 planches. Paris, 1836.

2° *Chaudesaigues et ses eaux thermales.* In-8°, 28 pages. Paris, 1836.

De la part de M. Graff, sa *Notice sur le gisement et le traitement des minerais de fer hydraté résinite des environs d'Apt*, mémoire couronné. Petit in-4°, 21 pages, une planche.

De la part de M. Eug. Sismonda, son *Memoria geo-zoologica sugli echinidi fossili del contado di Nizza.* In-4°, 71 pages, 2 planches.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1843, 2e semestre (t. XVII, nos 21 et 22).

Les *Annales de l'Auvergne*, années 1841, 1842, et les numéros de janvier et février 1843.

L'Institut, nos 517, 518.

L'Écho du Monde savant, nos 41—43.

The Athenæum, nos 839, 840.

The Mining Journal, nos 431, 432.

M. Requien offre à la Société deux échantillons de *Chama ammonia* (*Caprotina*, d'Orb.); *Requienia*, Matheron; deux de *Caprotina gryphoïdes;* cinq de *Caprotina Lonsdalii* (*Requienia carinata*, Math.); quatre de *Monopleura argonensis*, Matheron.

M. le marquis de Roys annonce qu'en lui remettant ces fossiles pour la Société, M. Requien lui a dit que M. Raspail et lui avaient acquis la certitude de la superposition

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

directe de l'étage à *Chama ammonia* sur le calcaire néocomien à Bélemnites.

Le Secrétaire annonce que les procès-verbaux de la réunion extraordinaire tenue à Poitiers en septembre dernier viennent d'arriver.

La Société, sur la proposition du conseil, décide que sa session extraordinaire pour 1844 aura lieu à Chambéry, et s'ouvrira le 12 août prochain.

M. Raulin lit la note suivante, à propos du procès-verbal de la dernière séance.

Réponse aux objections contenues dans les Observations sur le relief et les limites primitives des terrains tertiaires de l'Allier, *lues par M. Pissis dans la séance du* 20 *novembre* 1843.

M. le président ayant bien voulu nous faire remettre le manuscrit de M. Pissis, nous pouvons répondre dès aujourd'hui aux objections qui ont été élevées dans la dernière séance contre la note que nous avons lue à la Société, le 19 juin 1843, et qui se trouve insérée au *Bulletin*, t. XIV, p. 577 : nous le ferons aussi brièvement que possible.

M. Pissis est loin de penser que l'hypothèse de lacs échelonnés compte *quelques partisans* depuis 1829, époque de la publication des *Recherches sur les révolutions de la surface du globe*. Si M. Pissis avait assisté de 1835 à 1837 aux leçons de géologie faites à la Faculté des sciences de Paris, il aurait entendu le professeur exposer cette théorie après avoir visité l'Auvergne en 1833, et il n'aurait pas dit que celle-ci ne compte plus que *quelques partisans*, puisqu'elle a pour représentants dans la science le professeur de l'Académie de Paris et ses nombreux élèves. Si, d'un autre côté, M. Pissis avait médité attentivement le travail de M. de Beaumont, il aurait vu qu'après avoir exposé en détail que le dépôt tertiaire de la Bresse, élevé de 800 mètres près de Grenoble, va en s'abaissant graduellement vers le N., pour ne plus atteindre que 200 mètres à Dijon, ce savant fait remarquer que les terrains tertiaires des vallées de la Loire, de l'Allier et du Cantal présentent à Aurillac et à Bourges des altitudes à peu près semblables à celles de Grenoble et de Dijon, et, par analogie, se trouve conduit à supposer que ces terrains doivent présenter une dispo-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sition semblable à celle du dépôt de la Bresse. M. de Beaumont est bien éloigné toutefois de donner cela comme un fait; car il dit, *Annales des Sciences naturelles*, t. XIX, p. 183, en parlant du peu de probabilité de l'hypothèse de lacs échelonnés : « On » n'a même jamais examiné si les divers points jusques auxquels » on pourrait reconnaître que les eaux de ces lacs ont baigné » leurs différents rivages, sont encore à une même hauteur ab- » solue dans toutes les parties qui ont dû appartenir à un même » lac, et je suis bien porté à croire que si on entreprenait cet exa- » men, le baromètre à la main, on serait conduit à un résultat » du même genre que celui que j'ai obtenu pour la Bresse. » Cet appel de M. de Beaumont et l'enseignement public et simultané de deux théories opposées, à l'École des mines, d'une part, et à la Faculté des sciences, de l'autre, constate bien, il nous semble, le manque dans la science de données suffisantes sur le sujet en question, et non seulement l'utilité, mais même la nécessité d'un nivellement barométrique ou autre.

M. Pissis reproduit ensuite nos conclusions, qui lui paraissent, dit-il, *incomplètes* ou *inexactes*. Relativement à la première, il ne voit pas ce qui nous a déterminé à y désigner Brioude comme la limite du bassin tertiaire de l'Allier au S. Le motif est pourtant bien facile à deviner : nous voulions être compris de tout le monde; il fallait donc que nous citassions des localités connues, soit des chefs-lieux de sous-préfecture, comme Brioude, soit tout au moins des chefs-lieux de canton, comme Decize. Si nous avions pris quelque hameau ou ferme, il aurait pu arriver à nos lecteurs un embarras semblable à celui que nous avons éprouvé en cherchant Chavagnac, que M. Pissis indique à 5 lieues au S. de Brioude; quelque soin que nous ayons mis à consulter la carte de Cassini, nous n'avons pu découvrir qu'un hameau ou ferme portant le même nom, placé comme le premier sur le terrain tertiaire, et, chose singulière! aussi à 5 lieues de Brioude, mais à l'O. Au surplus, comme on peut lire dans notre note, p. 579, que le terrain tertiaire se continue *au-delà* de Brioude, il est bien évident que nous n'avons jamais songé à l'arrêter au S., à cette ville. M. Pissis, poursuivant, croit voir que si nous avons limité le bassin à Brioude, c'est parce que la plaine tertiaire de Paulhaguet, dont nous avons fait un bassin isolé, aurait élevé des difficultés relativement à notre hypothèse d'un abaissement du terrain tertiaire vers le S., à partir du puy de Barneyre. Nous avouons ne pas comprendre ce raisonnement, une altitude de 810 mètres nous paraissant incontestablement supérieure à une autre de 554 mètres. Si nous l'avons

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

considéré comme un bassin séparé, c'est pour les deux motifs suivants : le premier, c'est qu'en consultant la Carte géologique de la France, dont la grande exactitude a été affirmée par M. Pissis dans la séance dernière, nous avons vu, ce que tout le monde pourra vérifier, que le terrain tertiaire occupe un fond de vallée dominé de tous côtés par des éminences primordiales, excepté au N., où une coupure laisse échapper la Senouire, qui cesse alors de couler sur le terrain tertiaire. Le second motif, c'est que nous avons trouvé une différence de 20 mètres entre les altitudes des dépôts tertiaires à Bournoncle, au N.-O. de Brioude, et à Paulhaguet. Depuis qu'on a élevé les objections auxquelles nous répondons, nous avons trouvé de nouveaux motifs de persister dans notre opinion, d'abord en examinant en détail la carte de Cassini, et ensuite en voyant que, de l'aveu de M. Pissis lui-même, le terrain tertiaire de Domeyrat, qui se continue avec celui de Paulhaguet, est plus élevé que celui de Frugières, qui tient au bassin de Brioude. M. Pissis objecte bien que les gneiss, au milieu desquels coule la Senouire, sont dans cette partie à un niveau inférieur à celui des terrains tertiaires au-dessus des plateaux basaltiques, mais il ne démontre pas qu'avant les dénudations diluviennes le gneiss n'était pas aussi élevé en ce point que sur tout le reste du pourtour de la plaine de Paulhaguet. L'identité des dépôts de Domeyrat et de Frugières, et la distance peu considérable qui sépare ces deux points ne nous semblent pas non plus des faits en contradiction avec l'hypothèse de lacs séparés. A l'époque actuelle, on voit souvent dans les pays un peu accidentés des lacs ou étangs très rapprochés, placés à des altitudes différentes, se déversant les uns dans les autres, et présentant une identité parfaite dans la nature des dépôts qui s'y forment.

Passant à notre seconde conclusion, M. Pissis dit que nous aurions dû placer le centre de notre gibbosité à Autrac, où, d'après nos observations, le calcaire atteindrait 967 mètres d'altitude; il ne s'est pas aperçu que cette altitude a été donnée par nous comme se rapportant au niveau du gneiss (*Bull.*, t. XIV, p. 175). Il a probablement voulu nous indiquer un point où le terrain tertiaire est très élevé ; que ne nous citait-il alors le lambeau de la Queuilhe, placé non loin du centre du Cantal, à une latitude plus méridionale qu'Autrac et à une altitude beaucoup plus grande, puisque nous l'avons trouvée de 1,096 mètres? Quant au terrain tertiaire d'Autrac, nous le considérons bien comme le reste d'un petit bassin particulier, préservé d'une destruction complète par le chapeau basaltique qui le recouvre, et notre

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

intention a toujours été de le comprendre dans la série de ces lacs disséminés, comme nous l'avons dit, sur le plateau central à diverses hauteurs entre Brioude et Figeac (Lot). M. Pissis dit bien que le lambeau d'Autrac n'est éloigné que de 3,000 mètres du plateau de Bressol, au-dessous des basaltes duquel il y a, suivant lui, des argiles qui se continuent jusqu'au Moncelet et qui sont semblables à celles qui supportent le calcaire d'Autrac; mais nous regardons cette objection comme sans valeur quant à présent, attendu qu'il ne donne pas l'altitude des argiles au plateau de Bressol, et que rien ne prouve que ce terrain tertiaire, évidemment plus bas que celui d'Autrac, n'est pas au même niveau que celui du Moncelet, ou même moins élevé encore. M. Pissis veut ensuite établir un abaissement continu du terrain tertiaire du S. au N., le long de la limite occidentale de la Limagne. Pour cela il part d'Autrac, et cite ensuite la montagne du Caure, et les puys d'Isson, de Barneyre, de Girou et de Chateix. Quant à Autrac, il est inutile de rappeler ce que nous venons de dire; mais pour les autres, nous ferons remarquer d'abord que la montagne du Caure, dont il ne donne pas l'altitude, est, d'après la Carte géologique de la France, un haut plateau primordial au pied duquel seulement se trouve le terrain tertiaire; et en second lieu que les altitudes des puys suivants, à l'exception de celui de Chateix, se rapportent toutes à leurs sommets, formés par des cônes basaltiques de hauteurs très variables, placés sur le terrain tertiaire, et sont par conséquent insignifiantes pour donner une idée de l'altitude de ce dernier terrain. M. Pissis croit ensuite trouver sur la limite orientale des faits encore plus concluants pour son abaissement du terrain tertiaire au N. Pour cela, il prend l'Allier pour horizon, fait remarquer qu'au S. de Coudes cette rivière coule toujours au-dessous des argiles et des arkoses qui forment la base du terrain tertiaire, tandis qu'au N. ces mêmes roches plongent sous la rivière, et il se hâte de conclure qu'il n'y a ni bombement ni double inclinaison au N. et au S. Nous répondrons en premier lieu qu'on peut voir sur la Carte géologique de la France que l'Allier coule sur le terrain tertiaire pendant un espace de 13 kilomètres au S. de Coudes, entre Issoire et le bassin houiller de Brassac, et, en second lieu, que les arkoses s'élèvent à plus de 5 mètres au-dessus de l'Allier, à la base du puy de Corent, à 6 kilomètres au N. de Coudes, 3 kilomètres par conséquent encore au N. du grand axe de notre gibbosité. Au surplus, la face inférieure du terrain tertiaire se trouvât-elle sur le même horizon de Coudes à Brioude, M. Pissis oublie donc qu'il ne peut en être de même pour la face

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

supérieure, ce terrain ayant plus de 400 mètres d'épaisseur au puy Saint-Romain, tandis qu'il n'en a pas 100 à Brioude? Comme ce n'est pas en étudiant le relief du fond d'un lac qu'on peut reconnaître jusqu'à quelle hauteur les eaux baignent ses rivages, nous regardons encore cette objection comme dénuée de fondement, et nous croyons l'inclinaison du N. au S. parfaitement établie, surtout le long de la limite orientale de la Limagne.

Après avoir examiné les objections relatives à nos deux premières conclusions, et reconstitué notre gibbosité au moyen de l'inclinaison à l'E., qu'on ne nous conteste pas, et de la double inclinaison au N. et au S., que nous nous sommes attaché à justifier des attaques dont elle a été l'objet, il ne paraîtra sans doute plus aussi inutile que nous cherchions à en établir la direction : pour cela, nous sommes obligé de poursuivre nos réfutations et de justifier encore notre troisième conclusion. M. Pissis paraît ne l'avoir pas très bien comprise, non plus que la partie de la note qui s'y rapporte, car il nous attribue une supposition que nous n'avons jamais faite, celle de la situation du puy de Barneyre sur la ligne qui joindrait le Mont-Dore à la chaîne principale des Alpes, et la coïncidence de cette ligne avec la direction de cette chaîne. Nous avons dit seulement : « Le grand axe de » cette gibbosité conique a une direction *à peu près* parallèle à » celle de la chaîne principale des Alpes, et se trouve *à peu près* » dans le prolongement de cette chaîne. » La première proposition, nous l'avions crue à l'abri de tout reproche, puisque la direction du grand axe, telle que nous l'avions donnée, étant E. 12° N., et celle de la chaîne principale des Alpes E. 16° N., la différence n'était que de 4°. Toutefois, nous devons avouer qu'en introduisant dans notre phrase le mot *à peu près*, nous n'avions pas une idée très nette de ce qu'on entend en géologie par parallélisme. L'objection qui nous a été faite nous a suggéré le désir de savoir à quoi nous en tenir à ce sujet. En feuilletant le Manuel géologique de De La Bèche, nous avons trouvé, page 653, dans le douzième soulèvement, justement celui qui nous occupe, le passage suivant, rédigé par M. de Beaumont lui-même : « En portant un coup d'œil général sur les Alpes et sur les contrées qui » avoisinent, on peut reconnaître que les crêtes de la Sainte-» Beaume, de Sainte-Victoire, du Leberon, du Ventoux, et de la » montagne du Poët, dans le midi de la France, la crête princi-» pale des Alpes, qui court du Valais vers l'Autriche ... sont différents chaînons de montagnes, qui, malgré leur inégalité, sont » comparables entre eux à cause de leur parallélisme. » Ces ex-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pressions étant très précises, nous avons examiné la direction de chacun de ces chaînons sur la Carte géologique de la France, conjointement avec M. de Beaumont, qui a bien voulu, avec sa complaisance habituelle, nous guider dans des recherches aussi délicates et aussi importantes; nous avons trouvé les résultats suivants :

La Sainte-Beaume (de l'île de Planier à Notre-Dame-de-la-Garde d'Antibes)	E. 18° N.
La Sainte Victoire (d'Aix à Salernes et à 1 kilomètre au N. d'Antibes)	E. 8° N.
Le Leberon (de La Roche à 1 kilomètre au N. de Mont-Furon)	E. 11° 1/2 N.
Le Ventoux (de 2 kilomètres au S. de Malaucène à Barles, à 20 kilomètres au N. de Digne)	E. 7° N.
La montagne du Poët au N. de Dieu-le-fit (d'Espeluche à 1 kilomètre au N. de Bourdeaux)	E. 11° 1/2 N.
La crête principale des Alpes (prise pour type)	E. 16° N.

On voit qu'il y a entre les directions des chaînons *parallèles* des Alpes et du Ventoux une différence de 9°. Nous étions donc resté bien en dedans de la tolérance habituelle, et pour être exact, nous aurions dû supprimer de notre conclusion le mot *à peu près*. Nous ne regrettons cependant pas de l'y avoir introduit, surtout après avoir examiné de nouveau la direction du grand axe de notre bombement, car nous avons découvert, il y a quelques jours, que nous avions commis une erreur. La direction de la ligne qui joint le puy de Barneyre à Marcilly est E. 7° 1/2 N., au lieu de E. 12° N. Malgré cette rectification, elle est encore plus rapprochée de la direction des Alpes que celle du Ventoux, et nous pourrions encore supprimer l'*à peu près* sans qu'on fût raisonnablement fondé à élever la moindre réclamation. Quant à la deuxième proposition, celle qui place l'axe de notre bombement *à peu près* dans le prolongement des Alpes, nous devons aux recherches de M. Pissis de savoir que la différence n'est que de 61 kilomètres, c'est-à-dire la cinquième partie de la distance qui sépare le puy de Barneyre du Mont-Blanc, puisque celle-ci est de 293 kilomètres.

M. Pissis n'ayant pas jugé nécessaire d'attaquer notre quatrième conclusion, après avoir renversé, suivant lui, les trois premières, nous n'avons pas à la défendre. D'ailleurs elle ne fait que montrer un point commun entre notre travail et le sien *sur la position des terrains volcaniques du centre de la France*.

Nous nous arrêtons ici, pensant avoir suffisamment justifié les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

conclusions de notre note des épithètes d'*incomplètes* et d'*inexactes*, dont on les a fait suivre en les reproduisant. La seconde moitié des *Observations* de M. Pissis, consacrée à l'exposition de son opinion sur les terrains tertiaires de la partie méridionale de la plaine de l'Allier, renferme bien çà et là des passages qui peuvent être considérés comme autant d'objections indirectes au nôtre; mais nous croyons plus convenable de nous abstenir pour le moment de toute critique, et de laisser chacun décider, la Carte géologique de la France sous les yeux, laquelle des deux opinions est établie sur le plus grand nombre de faits et en rend le mieux raison.

M. Pissis répond aux objections de M. Raulin. S'il a dit que peu de géologues croyaient que l'élévation du terrain tertiaire du N. au S. fût due à l'ancienne existence de lacs échelonnés, il n'avait entendu appliquer cela qu'à ceux des géologues qui avaient étudié l'Auvergne; l'opinion des autres géologues ne peut être d'une grande valeur à cet égard. La carte géologique de la France n'a pu représenter, sur le cours de l'Allier, des escarpements granitiques, ce que n'a pas permis la grandeur de l'échelle: aussi n'y a-t-on indiqué que des terrains tertiaires. Il montrera que la base du calcaire lacustre formée par des marnolites très régulièrement stratifiées, et non les argiles rouges occupant la partie inférieure du terrain tertiaire, est plus élevée au S. du puy de Barneyre que dans le voisinage de cette montagne. L'erreur qu'il aurait pu commettre lui-même sur les hauteurs serait d'environ 35 mètres, tandis que M. Raulin n'ayant pris les altitudes qu'il a données qu'au moyen de la hauteur du baromètre en ces points, rapportée à la hauteur du baromètre à Paris, a pu tomber dans des erreurs plus graves; chaque millimètre de hauteur de la colonne barométrique correspondant à une élévation de 12 mètres. En prenant les nappes basaltiques, il croit donc avoir une base au moins aussi bonne que celle adoptée par M. Raulin : aussi les observations de ce dernier, relativement aux lacs et à la gibbosité, ne sont pas soutenables, puisque le Puy de Barneyre est inférieur à plusieurs sommités qui se trouvent au sud.

M. Raulin dit qu'il n'a rien à répondre pour le moment; que sa note répond suffisamment à celle de M. Pissis.

M. Constant Prevost fait observer que s'il n'a pas cru de-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

voir admettre jusqu'à présent que les terrains d'eau douce du plateau central de la France ont été déposés sous la même nappe d'eau que les terrains tertiaires des environs de Paris, c'est que beaucoup de faits lui paraissent contraires à cette supposition; en effet, l'absence de tout dépôt marin sur le sol de l'Auvergne, la manière dont les terrains jurassiques et crétacés s'appliquent sur le sol primitif de cette contrée, annoncent que celle-ci faisait déjà partie d'un continent à l'époque où la mer déposait les terrains parisiens; il lui paraît donc tout naturel d'admettre, comme l'avait supposé M. d'Omalius-d'Halloy, que les sédiments exclusivement d'eau douce de l'Auvergne se déposaient dans un ou plusieurs lacs de ce continent élevé, dont le trop-plein se déversait dans l'estuaire marin, où se déposaient en même temps les formations marines et d'eau douce parisiennes. Il ne conteste pas pour cela que la position relative actuelle des dépôts d'eau douce de l'Auvergne et de ceux des environs de Paris ne puisse résulter en partie de mouvements postérieurs qui auraient affecté le sol; il le croit même positivement, et il l'a depuis longtemps professé et imprimé; mais il persiste à croire jusqu'à démonstration du contraire, qu'au moment du dépôt le niveau des eaux douces des lacs d'Auvergne était supérieur à celui des eaux marines et saumâtres qui remplissaient l'estuaire parisien.

M. Pissis demande à M. Constant Prevost s'il considère la Limagne, de Clermont à Paulhaguet, comme plusieurs lacs échelonnés, ou comme un seul lac.

M. C. Prevost répond qu'il n'a aucune opinion arrêtée à cet égard; tout ce qu'il a voulu dire, c'est que les terrains d'eau douce de la Limagne ne lui paraissent pas avoir été déposés sous la même nappe d'eau que ceux de Paris.

M. Raulin a l'intention d'établir plus tard, dans un mémoire, que les couches tertiaires supérieures de la Limagne sont la continuation de celles de Paris.

Le Secrétaire donne lecture des procès-verbaux de la réunion de Poitiers.

M. Viquesnel lit la note suivante, à l'appui de laquelle il offre à la Société une série d'échantillons de roches.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Note sur le terrain à combustible exploité à Mouzeil et à Montrelais (Loire-Inférieure), rédigée par M. A. Viquesnel, d'après les observations qu'il a faites avec MM. Audibert et Durocher.

Appelé par les intérêts de la Société anonyme des mines de *houille* de Montrelais et de Mouzeil (Loire-Inférieure), je me rendis sur ces deux centres d'exploitation, accompagné de M. Luce et de l'agent général. M. Audibert, ingénieur du département, profita de notre séjour sur les lieux pour venir faire le dépouillement des matériaux relatifs à l'exploitation. Ces matériaux doivent être consignés dans le travail géologique et statistique qu'il exécute en ce moment sur le terrain à combustible de la Loire-Inférieure. Huit jours après notre réunion, nous eûmes le plaisir de voir s'adjoindre à nous M. Durocher, ingénieur de Rennes, déjà connu par d'importants travaux et chargé de lever la carte géologique de deux départements de la Bretagne. La note que j'ai l'honneur de vous présenter est le résultat des observations que nous avons faites en commun, dans les mois de septembre et d'octobre derniers.

Avant d'entreprendre ce résumé, je me suis entendu avec mes deux compagnons de voyage sur les faits qui devaient vous être signalés, et j'ai puisé dans leur journal les détails nécessaires pour rendre mon travail plus complet. Bien que je sois d'accord avec ces deux ingénieurs sur les questions principales, il serait possible que la rédaction rendît imparfaitement leurs idées, ou que des observations ultérieures vinssent modifier leurs opinions actuelles. En conséquence, je crois devoir assumer la responsabilité de cette communication.

Je me fais un plaisir de témoigner mes remerciements à MM. Cotte, Deckherr et Billange, directeurs des exploitations de Montrelais, de Mouzeil et de la Bourgonnière, pour les renseignements qu'ils m'ont communiqués sur les travaux des centres soumis à leur surveillance.

INTRODUCTION PRÉLIMINAIRE.

Le terrain à combustible, compris entre Ingrande et Mouzeil, fait partie de la bande qui s'étend depuis les environs de Doué (Maine-et-Loire) jusqu'à Nort (Loire-Inférieure), sur une longueur de 25 lieues environ. La portion de cette zone la mieux connue est celle des environs de Chalonne, sur la rive gauche de la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Loire. Des escarpements naturels présentent, dans cette localité, de belles coupes qui facilitent l'étude du terrain. Dans la Loire-Inférieure, le sol à peine accidenté n'offre que de légères ondulations, et les roches sont souvent recouvertes sur un grand espace par la végétation ou par une couche plus ou moins puissante de terrain tertiaire ou d'alluvions. Ce n'est qu'en parcourant tous les chemins bordés de haies, en explorant tous les fossés, en relevant sur une carte à très grande échelle toutes les roches observées, qu'on peut arriver à bien connaître la constitution du sol et à se rendre compte des différences de composition que le terrain présente dans des coupes transversales prises à deux distances rapprochées. Les difficultés d'une étude aussi minutieuse expliquent pourquoi nous ne possédons aucune description détaillée des couches à combustible de la Loire-Inférieure, tandis que nous comptons un certain nombre d'excellents mémoires sur son prolongement oriental dans le département de Maine-et-Loire. Les travaux de MM. Durocher et Audibert combleront cette lacune.

Les limites resserrées de notre communication, qui n'est qu'un simple essai, nous dispensent du soin de faire l'historique des ouvrages publiés par nos devanciers. D'ailleurs nous aurons l'occasion d'en citer quelques uns dans le cours de cette notice.

Si l'on parcourt les collines qui dominent la rive gauche de la Loire, entre le Mesnil et Saint-Florent (Maine-et-Loire), on rencontre le gneiss et le micaschiste, dont les couches suivent généralement la direction du N. 55° à 65° O. magnétique. La grauwacke et les schistes argileux reposent sur ces roches en stratification concordante, et prennent à leur approche un aspect de plus en plus cristallin. Le passage gradué qui s'observe entre le système de la grauwacke et le système du gneiss, d'une part, et de l'autre la concordance de stratification, semblent indiquer que ces couches, de nature différente, font partie d'une même formation, et que les caractères minéralogiques des schistes cristallins doivent être le résultat du métamorphisme.

A partir du point où l'action modifiante a perdu toute influence, si l'on s'avance du S. vers le N., de manière à couper la direction des couches, on voit la grauwacke alterner avec des schistes argileux de diverses couleurs. On retrouve le même système sur la rive droite de la Loire, entre Varade et Ancenis (Loire-Inférieure). En continuant de marcher vers le N., on peut voir la zone à combustible, qui s'étend d'Ingrande à Mouzeil, se lier intimement à notre groupe et s'y intercaler de la manière la plus évidente. L'alternance des couches à combustible avec les couches de la grau-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

wacke, le développement plus ou moins prononcé de leurs différentes parties, la constance dans la direction N. 55° à 65° O. magnétique, celle du plongement au N. 55° à 65° E., nous engagent à considérer les couches à combustible de la basse Loire comme un accident du dépôt de la grauwacke, dont la partie inférieure est passée à l'état de schiste cristallin.

La multiplicité des faits que nous avons à considérer nous a portés à diviser cette notice en plusieurs paragraphes. Le premier paragraphe sera consacré à la description des couches inférieures aux couches à combustible; le deuxième, à la liaison de ces deux systèmes; le troisième, aux particularités que présentent les couches à combustible. La nécessité de mettre de la clarté dans notre récit nous force à subdiviser en deux groupes un ensemble de couches que la nature a réunies.

Depuis longtemps M. Cordier place le système à combustible de la basse Loire à la partie inférieure du vieux grès rouge. Les auteurs de l'explication de la carte de France ont classé notre système inférieur ou de la grauwacke dans le terrain silurien, et le système à combustible dans le terrain dévonien. Jusqu'à présent nous n'avons pas déterminé à quel degré de l'échelle géologique nous devons rapporter l'ensemble des couches dont nous parlons. En conséquence, nous désignerons cet ensemble sous le nom de terrain de transition. Dans le pays, on appelle terrain houiller ou carbonifère le groupe qui renferme le combustible. S'il nous arrive de nous conformer à l'usage, nous prévenons à l'avance que nous n'attachons à ces expressions qu'un sens purement minéralogique.

§ Ier. *Système de la grauwacke inférieure aux couches à combustible.*

Au S. de la zone carbonifère, le système que nous considérons se compose en grande partie de grauwacke. Cette roche présente les différents états de texture qu'on lui connaît, et passe à des schistes argileux rouges, verts ou noirâtres (1). Ces deux roches alternent ensemble : le prolongement de leurs couches présente des différences d'épaisseur très notables. Si l'on fait plusieurs coupes à des distances rapprochées, on observe que, tantôt les schistes, tantôt

(1) Des observations faites aux environs d'Angers prouvent que la couleur rouge des schistes est le résultat d'une altération par les agents extérieurs (voir *Bulletin*, t. XII, p. 435).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la grauwacke, prennent un grand développement sur un point, se réduisent sur un autre point à une faible bande, ou disparaissent complétement.

Sur les bords de la Loire, l'inclinaison descend rarement au-dessous de 45°. En avançant vers le N., on la voit augmenter de plus en plus, et s'approcher, à quelques degrés près, de la verticale, dans le voisinage du système carbonifère. Les couches, généralement régulières, présentent très rarement des traces de flexion sur elles-mêmes, et reprennent de suite leur pendage au N.

Lorsque les roches sont à découvert, elles se prolongent quelquefois sur une ligne légèrement ondulée et dont l'œil peut suivre les courbures. Cette particularité explique les déviations à la direction normale, qui s'observent sur des points souvent très rapprochés.

Ce système renferme des bancs de quarzite et de calcaire.

Le quarzite se montre assez constamment au S. du terrain à combustible, mais à des distances très différentes. Au Bois-Long, il se trouve au contact du poudingue houiller (*voir* page 77, pl. Ire, coupe A, n° 10); au Patis-Neuf (une lieue à l'O. du Bois-Long), à 500 mètres; au Moulin-Bouilleau (une lieue N.-O. de Mésangé), à 500 mètres; à l'Angellerie, à 300 mètres; à Bélan (*voir* la coupe E, n° 3), à 1,200 mètres (1).

Le quarzite se trouve dans une position inférieure aux couches carbonifères exploitées à Mouzeil et à Montrelais. Excepté au Bois-Long, il est séparé de cette zone par une grande épaisseur de grauwacke et de schiste.

Le quarzite prend généralement la structure massive; cependant il se présente en couches stratifiées à Bélan; à Saint-Herblond, on le voit se diviser en lits minces, passer au phtanite et à la grauwacke quarzeuse, et alterner avec ces deux variétés de roches. En considérant son état massif habituel et le relief particulier qu'il donne au terrain, nous sommes conduits à admettre que le quarzite forme au milieu de la grauwacke des amas allongés plutôt que des couches continues.

Le calcaire répandu accidentellement dans le même terrain constitue au moins deux bandes distinctes. Il y forme des amandes plus ou moins considérables et limitées dans tous les sens. Nous citerons comme exemple la butte de la Garenne, entre la Loire et

(1) M. Durocher a trouvé des carrières de quarzite dans le département de Maine-et-Loire, aux environs du Pressoir, hameau situé à une demi-lieue au S. de Mont-Jean.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Lyré, et celle de Coupe-Choux, qui se trouve dans une position beaucoup plus septentrionale que la première, et non loin du terrain houiller de la Tardivière. Dans cette dernière localité, l'amas calcaire semble n'avoir aucune relation avec la stratification du terrain. Si l'on remonte le cours du ruisseau qui entame profondément le sol, on voit le calcaire s'allonger perpendiculairement à la direction des couches, c'est-à-dire environ du S. au N. Les limites mal déterminées de cet accident ne nous ont pas permis de reconnaître si l'allongement N.-S. existe réellement, ou s'il tient à de fausses apparences.

Le calcaire de Coupe-Choux est grenu, non stratifié, et parsemé de filets de chaux carbonatée. Il présente une structure massive, fendue par des fissures dirigées dans tous les sens. Il renferme des fossiles. Nous y avons trouvé plusieurs espèces de Térébratules, parmi lesquelles M. de Verneuil croit reconnaître la *T. prisca*, la *T. globularis* (*Spirifer globularis*, Phillips), et une T. voisine d'une espèce lisse non déterminée de l'Eifel.

Les poches du calcaire, qui se trouvent en communication avec la surface du sol, renferment des ossements mélangés avec une terre argileuse. M. Billange y a recueilli des dents qui paraissent avoir appartenu à des ruminants ou à des solipèdes.

La coupe suivante (*voir* page 77, pl. Ire, fig. Y) prise du S. au N., indique la position que cet amas occupe dans la grauwacke.

1° Schistes rouges et verts.

2° Espace recouvert.

3° Poudingue à petites parties, composé de fragments de grauwacke arrondis et réunis par un ciment de même nature.

4° Grauwacke inclinant au S. de 80 à 85°, et finissant par devenir verticale.

5° Poudingue grossier analogue au n° 3 : l'inclinaison est peu claire.

6° Calcaire grenu à structure massive.

7° Quarzite à structure massive : il forme la continuation du quarzite qui constitue le sommet de la butte de l'Angellerie.

8° Grauwacke et alternance de cette roche avec le poudingue n° 3. Inclinaison au N. voisine de la verticale.

9° Grauwacke passant quelquefois au schiste.

10° Terrain houiller de la Richeraie.

Nous terminerons la description du terrain situé au S. de la zone à combustible par l'examen des roches qui se trouvent au contact immédiat de cette zone.

A Ingrande, un poudingue à très gros éléments, contenant des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

amas de charbons, et intercalé dans la grauwacke, semble absorber le terrain houiller. Au Bois-Long, les couches à combustible reposent sur le quarzite; à la Tardivière, sur la grauwacke; à la Bourgonnière, sur des schistes stéatiteux; à la Haie-Longue (Maine-et-Loire), sur des grauwackes schisteuses rouges et vertes.

Des différences aussi tranchées dans les caractères minéralogiques des roches placées au contact méridional du système carbonifère, démontrent que les circonstances qui ont présidé au dépôt du système de la grauwacke n'étaient pas les mêmes sur tous les points du même bassin.

Si maintenant nous passons au N. des couches à combustible, nous trouvons que ce système est limité par la grauwacke ou par le schiste rouge et vert qui alterne avec elle. Cette dernière roche passe souvent, et dans l'espace de quelques mètres, à des schistes luisants, talqueux ou stéatiteux, d'une couleur vert clair, jaunâtre ou blanchâtre. Excepté sur la route de Teillé (*voir* coupe F, page 77), nous n'avons vu nulle part à découvert la limite des deux groupes: seulement on remarque que les couches de grauwacke et de schiste se présentent dans une position verticale, ou très voisine de la verticale, et que leurs tranches offrent des lignes légèrement ondulées. Ce plissement perpendiculaire détermine des inclinaisons, tantôt au S., tantôt au N., qui jettent beaucoup d'incertitude sur le véritable plongement. Mais à une petite distance du groupe carbonifère, les couches prennent une allure régulière et pendent évidemment au S. Nous avons vu que le contraire a lieu dans le groupe méridional de la grauwacke et dans les couches à combustible qui lui sont subordonnées, et que ces deux systèmes inclinent généralement au N.

Cette particularité de pendage en sens inverse semble indiquer une dislocation du sol dont le point de flexion se trouverait à peu près à la limite septentrionale de la zone carbonifère. A l'appui de cette hypothèse, on peut ajouter que les couches au N. de cette bande présentent généralement des traces de bouleversement, tandis que les couches au S. de la même bande sont généralement très régulières.

Bien qu'il nous paraisse probable que le système à combustible de la basse Loire se trouve à la partie supérieure des terrains que nous venons de décrire, le fait ne nous semble pas encore suffisamment démontré. Des observations ultérieures détermineront la place qu'il doit définitivement occuper dans l'échelle des dépôts de transition.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

§ II. *Intercalation des couches à combustible dans le système de la grauwacke.*

Nous avons dit que les couches carbonifères (1) formaient des accidents subordonnés au dépôt de la grauwacke. Avant de donner les coupes qui serviront à démontrer ce fait, nous croyons utile de décrire brièvement les roches qui accompagnent le charbon. Ces roches sont les suivantes :

1° Poudingue houiller, ou poudingue à galets de quarz réunis par un ciment siliceux, quelquefois mélangé d'argile. Lorsque cette dernière substance domine dans la pâte, elle donne à la roche une certaine analogie avec les poudingues intercalés dans la grauwacke.

2° Grès quarzeux à grain fin très résistant.

3° Grès houiller ou grès à grains de quarz, très micacé et très friable. Il passe quelquefois à un grès qui ressemble beaucoup à la grauwacke.

4° Schiste argileux, quelquefois micacifère. Il passe aux variétés de grès précédents.

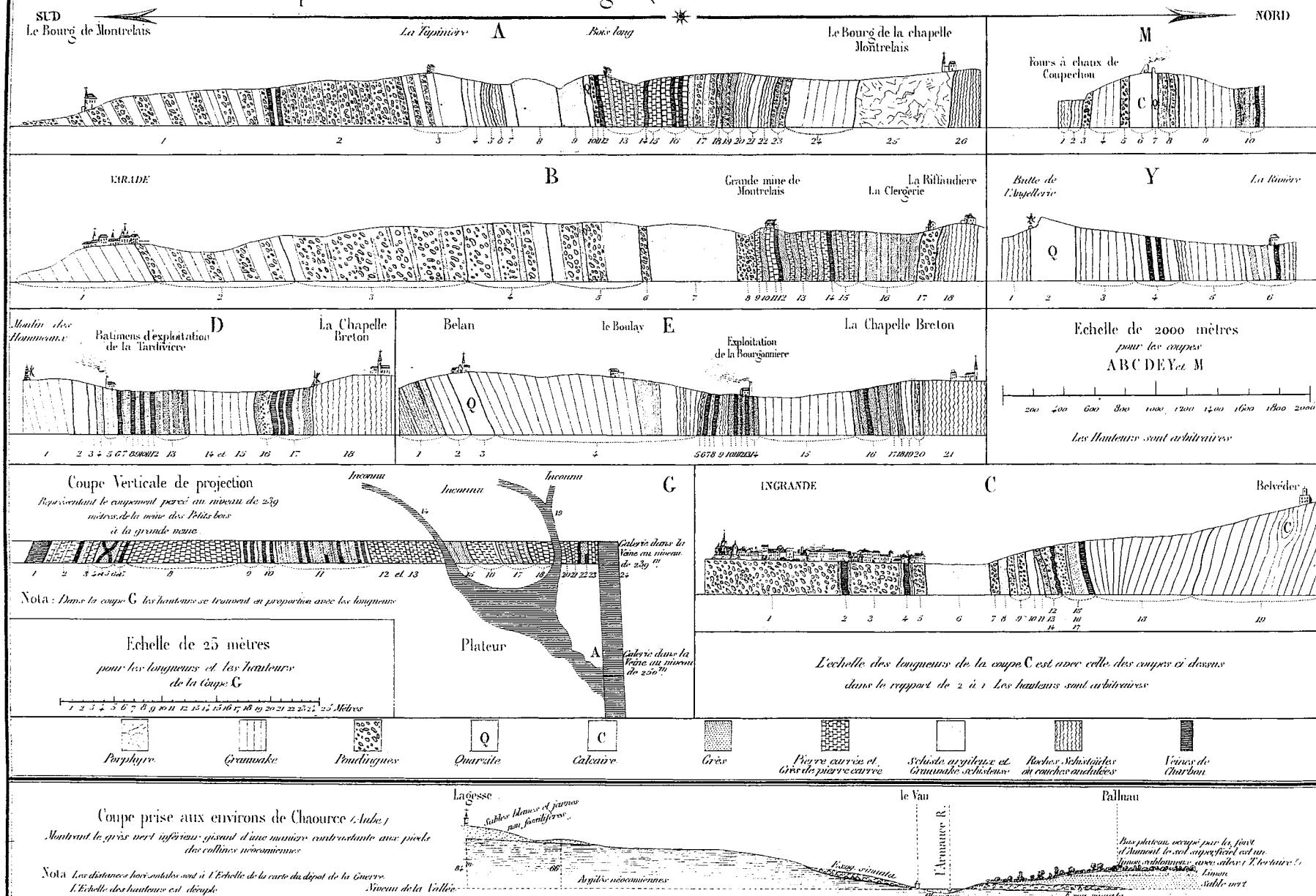
5° Roche feldspathique, connue dans le pays sous le nom de *pierre carrée* (*voir* sa description dans le Bulletin de la Société, t. XII, p. 444 et 471, et dans l'explication de la carte de France, p. 224 et 229). Nous rappellerons seulement que la pierre carrée renferme des empreintes de plantes et des troncs d'arbres. Il est donc assez probable, ajoute M. Dufrénoy, que la nature de la pierre carrée tient à des circonstances semblables à celles qui ont modifié la texture des terrains de transition. Nous n'adoptons pas cette opinion, que le savant géologue n'émet qu'avec doute (2). Les éléments qui la composent nous paraissent avoir une origine plutonienne, et, postérieurement aux éruptions dont ils sont le produit, avoir été remaniés et stratifiés par les eaux. Cette roche, très compacte, présente l'aspect du pétrosilex. Ses parties constituantes, ordinairement imperceptibles, deviennent souvent assez volumineuses pour former des grès, des brèches et des poudingues. Les variétés de roches qui résultent de la grosseur des parties peuvent s'observer souvent dans le même bloc et se remplacer à

(1) Nous répétons de nouveau que l'expression de terrain carbonifère ou terrain houiller est employée dans un sens minéralogique et non dans un sens géologique.

(2) J'exprime ici mon opinion personnelle ; j'ignore si elle est partagée par mes collaborateurs. (*Note de M. Viquesnel.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Coupes relatives à la note de Mr. Augte VIQUESNEL sur le terrain à combustible de la Loire infre



Gravé par Ch. Averl, Rue des Noyers N.o 32

Lith. Simon, Rue Montmartre N.o 63

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

plusieurs reprises dans le prolongement d'une même couche. Nous désignerons ces divers états d'agrégation sous le nom de *grès* et de *poudingues à pierre carrée*.

6° Poudingue à ciment de grauwacke, composé de galets de grauwacke, de quelques fragments de schiste argileux et de rares cailloux de quarz. Ses parties prennent à Ingrande et dans les environs de cette ville un volume considérable. Les blocs, ordinairement de la grosseur des deux poings ou de la tête, acquièrent quelquefois jusqu'à un mètre de longueur dans leur plus grand diamètre. Ils présentent souvent une forme allongée, dont le grand axe se trouve placé dans le sens de la stratification. Ce poudingue renferme accidentellement des noyaux ou amas de houille qui deviennent quelquefois assez importants, près de sa limite supérieure, pour avoir donné lieu à des exploitations. Il diffère complétement du poudingue houiller, n° 1, par la nature de ses parties constituantes et par la pâte qui les réunit.

Pour éviter les répétitions, nous le désignerons désormais sous le nom de *poudingue* ou *conglomérat d'Ingrande*.

Il existe au N. du système à combustible un poudingue qui présente beaucoup d'analogie avec ce dernier, comme nous le verrons dans les coupes.

7° Grauwacke. Elle alterne avec le poudingue précédent, et quelquefois avec les grès houillers. Excepté dans de rares exceptions, elle ne sert pas au charbon de roche encaissante.

8° On la voit quelquefois passer à des schistes diversement colorés.

Les coupes que nous allons donner traversent le terrain perpendiculairement à la direction des couches; elles sont toutes prises en marchant du S. vers le N., et font connaître la composition du sol sur des lignes parallèles, tirées à des distances plus ou moins éloignées les unes des autres (1).

Coupe A.

Coupe du bourg de Montrelais à la Chapelle de Montrelais, par la Tupinière, le Bois-Long et Lépinaie (*voir* p. 77, pl. Ire).

1° Alternances nombreuses de grauwacke et de poudingue d'Ingrande. Les éléments de la dernière roche sont de grosseur moyenne.

---

(1) N'ayant pas à ma disposition les plans du cadastre qui nous ont servi dans nos courses, j'ai dressé les coupes d'après un ancien plan, à

2° Grande épaisseur du poudingue précédent à gros éléments. M. Cotte, directeur des mines de Montrelais, nous a dit avoir remarqué des affleurements de houille dans le chemin qui conduit du bourg de Montrelais à la route royale d'Angers à Nantes.

3° Espace caché par une terre rougeâtre contenant des galets de grauwacke. Cette terre recouvre très probablement le poudingue et la grauwacke passant aux schistes rouges et verts, comme aux environs de la Peignerie.

4° Grauwacke très compacte.

5° Grauwacke schisteuse micacée et schistes. Leurs couches verticales fléchissent sur une distance de quelques pas, tantôt au S., tantôt au N. Les couches suivantes reprennent leur pendage au N., bien qu'elles conservent une position voisine de la perpendiculaire.

6° Grauwacke schisteuse.

7° Grauwacke très compacte.

8° Schistes rougeâtres alternant avec des lits de grauwacke compacte à grain très fin et quelquefois imprégnée de silice.

9° Grauwacke passant aux schistes rouges et verts.

10° Quarzite.

11° Poudingue quarzeux à gros grains formant le mur de la veine du Bois-Long (1).

12° Veine du Bois-Long. Cette couche de houille est exploitée à la Peignerie sous le nom de *veine des Petits-Bois*.

13° Pierre carrée, grès à pierre carrée passant au poudingue de même nature, et grès micacé.

14° Grande veine exploitée à la Peignerie.

15° Pierre carrée et grès.

16° Veines du centre, des plantes et du Pelleras. Elles sont séparées par de la pierre carrée, des grès micacés et des schistes.

Ces veines n'affleurent pas à la surface et ne sont reconnues que par des puits; elles sont, ainsi que les roches qui les accompagnent, recouvertes par des sables tertiaires.

17° Schiste rouge et poudingue contenant de nombreux cail-

---

très grande échelle, levé pour le compte de la Société des mines de Montrelais et de Mouzeil. L'exactitude de cette pièce, sans être comparable à celle des travaux du cadastre, suffit cependant pour donner une idée juste des rapports de puissance que présente la succession des couches. (*Note de M. Viquesnel.*)

(1) Dans la Loire-Inférieure, l'inclinaison générale du terrain au N. a fait donner le nom de mur à la roche placée au S. d'une veine.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

loux de quarz, des galets de schistes et quelques fragments arrondis de grauwacke Le poudingue diffère du conglomérat d'Ingrande par les nombreux cailloux de quarz et de schiste qu'il renferme. Les parties schisteuses, ordinairement rougeâtres, constituent quelquefois, dans le prolongement de la bande, la plus grande partie de la roche.

18° Schiste rouge.

19° Alternance de poudingue quarzeux à petits éléments et de grès micacé contenant de petits affleurements charbonneux.

Ces couches se prolongent par l'Anerie (ou la Rennerie), la Gaudinière, et viennent rejoindre celles observées au N. de la Flandrière et de la Sorrie. Ainsi elles constituent un rameau carbonifère, subordonné au schiste rouge et au poudingue n° 17. Ce rameau paraît se confondre vers l'E., en face du Brulon, avec les couches à combustible de la Peignerie.

20° Schiste rouge en couches ondulées paraissant plonger au S.

Les numéros suivants présentent un pendage incertain.

21° Grauwacke très quarzeuse avec schistes.

22° Schistes rouges avec quelques lits de phtanite.

A partir du n° 17, les couches présentent des directions brouillées, qui semblent annoncer que le terrain a subi des bouleversements.

23° Grès et poudingne houiller n'offrant aucune trace charbonneuse.

24° Grauwacke schisteuse décomposée avec minerais de fer, et grauwacke à grain grossier et à grain fin.

25° Porphyre verdâtre contenant de petits cristaux de quarz noir. Au voisinage de cette roche, la grauwacke prend une compacité qui permet difficilement de la séparer du porphyre ; mais, dans les carrières, la ligne de séparation est nettement tranchée.

26° Schistes luisants et stéatiteux alternant avec des schistes argileux.

Nous considérons les couches n°s 17 à 23 comme formant un ensemble dont le caractère dominant est le schiste rouge. Cette dernière roche alterne avec des couches subordonnées, d'une épaisseur très variable, de poudingue et de grès parfois accompagnés de traces charbonneuses. Elle recouvre au N. la partie supérieure du groupe de veines exploitées à la Peignerie, tandis qu'au S., le conglomérat d'Ingrande forme une seconde bande, qui établit le passage entre le système de la grauwacke et le système à combustible.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Coupe B.

Coupe de Varade à la Clergerie, par la grande mine ou mine de Montrelais (1). (*Voir* pag. 77, pl. Ire.)

1° Sur les escarpements du bord de la Loire, grauwacke compacte. Elle renferme des empreintes de plantes au Bas-Coteau, entre le bourg de Montrelais et Varade.

2° Alternance de grauwacke et de poudingue d'Ingrande à petits éléments.

3° Poudingue d'Ingrande à grosses parties. On voit ses éléments augmenter de dimension à mesure qu'on s'avance vers le N. Il contient de rares couches de grauwacke qui alternent avec le poudingue à petits galets. Souvent ces couches subordonnées finissent en amande.

4° Alternance du n° 3 avec la grauwacke commune, puis avec la grauwacke schisteuse. Cette dernière devient de plus en plus abondante à mesure qu'on approche du terrain houiller.

5° Espace recouvert par le terrain tertiaire. Les terres rougeâtres qu'on voit affleurer dans les fossés nous donnent la presque certitude que cette partie du sol se compose, comme à la Peignerie, de grauwacke passant au schiste argileux.

Ici le quarzite n° 10 de la coupe précédente ne paraît pas au jour, bien qu'il existe au Bois-Long à 500 ou 600 mètres de distance à l'E.

6° Poudingue quarzeux houiller.

7° Bancs de schiste qui nous paraissent représenter exactement le système schisteux des veines de la Bertauderie, exploitées non loin du jour et dans la direction N. 70° O., par le puits Marie. Le directeur des mines de Montrelais regarde ces veines comme étant le prolongement de celles du Bois-Long.

8° Pierre carrée micacée bréchiforme, paraissant occuper une position identique à celle du grès à pierre carrée (n° 13 de la coupe A) qui sépare la grande veine de celle du Bois-Long ou des Petits-Bois.

9° Grès à pierre carrée, micacé.

10° Grès houiller bien caractérisé.

---

(1) Il ne faut pas confondre cet établissement avec le bourg de Montrelais. La mine de Montrelais figure dans Cassini, sous le nom de mine de charbon, au S.-O. de la chapelle Montrelais et au N.-O. du bourg de Montrelais.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

11° Pierre carrée correspondant à celle du mur de la grande veine (n° 13 de la coupe A).

12° Grande veine anciennement exploitée à la grande mine.

13° Pierre carrée.

14° Veine du centre.

15° Pierre carrée et grès.

16° Alternance de schistes et grès correspondant aux veines du Nord, désignées dans la coupe A sous le nom de *veines des plantes et du Pelleras*.

17° Poudingue quarzeux.

18° Schistes rouges présentant des ondulations et une inclinaison incertaine, tantôt au S., tantôt au N.

Si l'on prolonge la coupe vers le N., on ne rencontre aucune trace des poudingues et des grès subordonnés au schiste rouge de la coupe précédente (*voir* coupe A, n°s 17 à 23). Ainsi ces roches arénacées ne forment pas une bande continue, mais seulement un accident au milieu du schiste rouge superposé au système à combustible. Le conglomérat d'Ingrande offre au S. une continuité bien plus soutenue.

Coupe C.

Coupe d'Ingrande à Belvéder, hameau situé à demi-lieue au N.-N.-E. d'Ingrande, sur la route royale d'Angers à Nantes. (*Voir* pag. 77, pl. Ire.)

1° Poudingue d'Ingrande à très gros éléments.

2° Sur le bord même de la Loire, et dans la partie orientale de la ville, veine de charbon dirigée environ N. 30° O., et reconnue par l'ancien puits Lamoureux.

3° Poudingue à fragments moins grossiers que le n° 1.

4° Veine de charbon, à 175 mètres de la veine n° 2, reconnue par l'ancien puits Leprêtre, qui a été foncé sur le bord de la Loire, entre la rivière et la dernière maison de la ville.

Dans ces deux puits, le charbon, disposé en amas, se trouvait encaissé entre des roches schistoïdes altérées et bouleversées.

5° Poudingue : ses éléments diminuent de grosseur au voisinage de la grauwacke.

6° Grauwacke schisteuse micacée passant au schiste argileux.

7° Poudingue à petits galets de grauwacke schisteuse, de schiste luisant et de quarz. Il diffère du poudingue d'Ingrande par la schistosité et l'aspect cristallin des éléments qui le composent ; il rappelle beaucoup le poudingue septentrional de la coupe A, n°17.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

8° Grauwacke rouge passant au schiste grenu.

9° Poudingue rougeâtre à fragments quarzeux et de petite dimension, cimentés par de la grauwacke. Il alterne avec de la grauwacke schisteuse rougeâtre.

Ce poudingue semble, par sa composition, tenir le milieu entre le poudingue houiller et le conglomérat d'Ingrande.

10° Grauwacke grise.

11° Roche stéatiteuse en amande.

12° Poudingue quarzeux passant au grès micacé.

13° Poudingue à plus petites parties que le précédent.

14° Schistes et grès micacé, avec veinules de charbon. Les couches sont bouleversées, et la houille s'y trouve en amas ramifié.

15° Poudingue quarzeux.

16° Alternance de grès et de grauwacke rougeâtre.

17° Affleurement charbonneux dans la grauwacke.

18° Terrain caché par un dépôt tertiaire.

Jusqu'au n° 17, les couches inclinent évidemment au N. La tranchée de la route actuellement en construction met ce fait hors de doute et facilite l'étude des superpositions.

19° Grauwacke verdâtre, en couches verticales, ayant une légère inclinaison au S. Elle renferme près de la route un amas peu important de calcaire grenu gris-bleuâtre, dont l'exploitation a été promptement abandonnée.

Au-delà de Belvéder, la grauwacke renferme des couches de schiste argileux, de phtanite et de quarzite. Le plongement au S. devient de plus en plus évident à mesure qu'on s'avance vers le N.

Dans cette coupe, on voit les roches particulières à tous les dépôts de houille former des lanières au milieu de roches qui leur sont ordinairement étrangères. L'amincissement considérable du système paraît résulter du rapprochement qui s'opère sur ce point entre le conglomérat d'Ingrande et le poudingue septentrional. Le système carbonifère, remplacé par ces deux roches distinctes et superposées, ne forme plus au milieu d'elles que de simples accidents subordonnés.

L'intercalation du groupe à combustible dans le système de la grauwacke se montre d'une manière encore plus visible à Mouzeil (1).

(1) Le centre d'exploitation de Mouzeil est fixé à la Tardivière et dans les environs. Il se trouve à 2,000 mètres à l'E.-S.-E. du bourg de Mouzeil.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Coupe D.

Coupe du Moulin-des-Hommeaux à la Chapelle-Breton, par la Tardivière et la carrière des Champs-de-Forge. (*Voir* pag. 77, pl. Ire.)

1° Grauwacke.

2° Grauwacke schisteuse en décomposition.

3° Grauwacke schisteuse, avec filons de quarz hyalin.

4° Schistes verticaux et très ondulés.

5° Schistes et grauwacke.

6° Affleurement de mauvais charbon formant la limite inférieure des couches à combustible.

7° Grès micacé, avec schistes.

8° Veine du Sud.

9° Schistes, avec amandes de grès et de poudingue quarzeux.

10° Veine du centre.

11° Schistes, avec amandes de grès et de poudingue, comme le n° 9.

12° Grande veine.

13° Grès et schistes, avec filons représentant probablement la veine du fossé ? reconnue par les travaux du puits de l'Ouest. Les grès prédominent sur les schistes.

14° et 15° Bancs de grauwacke exploités aux carrières des Champs-de-Forge.

16° Grès houillers et schistes bouleversés. Ils sont accompagnés de poudingue quarzeux à petites parties.

17° Veine de la Chapelle-Breton, anciennement exploitée près du moulin à vent. Elle est très irrégulière et accompagnée des roches précédentes (n° 16). Cette bande de terrain houiller se retrouve à l'E. à la Jouinière.

18° Schistes stéatiteux.

Le point de contact n'est pas visible, mais il s'observe quelques centaines de mètres à l'O., comme le démontre la coupe suivante.

Coupe E.

Coupe de Bélan à la Chapelle-Breton, par la Bourgonnière (1) (*voir* pag. 77, pl. Ire).

1° Schistes rouges ondulés, avec grauwacke schisteuse.

(1) Les exploitations entreprises à la Bourgonnière appartiennent à la Société des mines des Touches, et sont placées sur la limite occidentale de la concession de Mouzeil.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

2° Grauwacke.

3° Quarzite bien stratifié et exploité dans les environs de Bélan.

4° Grauwacke et schistes, représentés par les nos 1, 2, 3, 4, 5, de la coupe D.

5° Schistes stéatiteux.

6° Couches carbonifères composées de schiste et de grès houiller passant au poudingue. Leur puissance totale est de 5 à 6 mètres. La veine a été exploitée par le puits de La Croix. Des coupements de 15 mètres, poussés au S. et au N., ont rencontré au toit et au mur des schistes stéatiteux d'un vert très clair, qui prennent au contact de l'air une teinte d'un blanc jaunâtre; le terrain est bouleversé.

7° Schistes stéatiteux.

8° Grès et schistes, avec veinules de houille.

9° Schistes stéatiteux; en général, ils renferment des feuillets de quarz.

10° Grès et schistes houillers renfermant dix ou douze veinules de charbon. Les grès sont bien plus abondants et plus résistants qu'à la Tardivière.

11° Veine du Sud verticale, inclinant légèrement au S., comme les schistes stéatiteux.

12° Grès et schiste houillers. Les couches, d'abord verticales, finissent par incliner au N.

13° Veine du Nord exploitée par le puits de la Bourgonnière.

14° Grès houiller bien stratifié, accompagné de schiste et de faux filons.

15° Espace recouvert par une grande épaisseur de terrain tertiaire qui remplit le fond de la vallée. Ce dépôt récent cache les bancs de grauwacke exploités aux Champs-de-Forge, à quelques centaines de mètres dans la direction de l'E. (*Voir* la coupe D, nos 14 et 15.)

16° Alternance de schiste et de grès micacé. Les petits affleurements de charbon contenus dans ces roches se trouvent sur le prolongement de la veine exploitée au moulin de la Chapelle-Breton (n° 17 de la coupe D). Les couches pendent au N.

17° Schistes stéatiteux jaunes, verts et rouges, avec filons de quarz.

18° Grauwacke schisteuse, puis grauwacke ordinaire.

19° Grauwacke contenant des lits de quarzite.

20° Schistes rouges et verts.

21° Roches schisteuses composées de feuillets alternatifs de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

schiste stéatiteux et de quarz blanc. Elles se présentent en couches ondulées, qui plongent tantôt au S., tantôt au N.

Les deux coupes précédentes, faites à une distance très rapprochée, permettent, malgré les différences qui s'observent dans leurs détails, de reconnaître le prolongement d'un certain ensemble de couches à combustible, séparé d'une seconde zone carbonifère par une bande de grauwacke. Nous ferons remarquer que l'alternance trois fois répétée du schiste stéatiteux se montre à la surface et dans les travaux d'exploitation. Des sections ont permis de reconnaître que les couches (nos 6 à 10), généralement bouleversées, ont une tendance à plonger au S., tandis qu'à partir du no 12, elles reprennent un pendage au N. et une grande régularité.

Coupe F.

Coupe de la Tardivière à Teillé.

Elle suit la nouvelle route de Nort à Candé et commence à l'intersection du chemin qui conduit du moulin des Hommeaux à la Tardivière, à 600 mètres environ à l'O. de la borne no 33. Ainsi elle représente le développement de la route que nous avons suivie, et traverse les couches dans un sens très oblique par rapport à leur direction. Nous croyons nécessaire de faire cette observation, pour prévenir les idées fausses qu'elle pourrait suggérer de l'épaisseur du système. Nous ne donnerons pas le dessin de cette coupe, qui sera suffisamment intelligible par les détails suivants :

1° Grauwacke schisteuse altérée, paraissant incliner au N.

2° Au détour du chemin, grauwacke schisteuse avec filons de quarz inclinant évidemment au N.

3° A l'*adressée* de la Richeraie (1), schistes verticaux et très ondulés.

4° En face du puits Mercier, schiste et grauwacke schisteuse.

Ces quatre numéros sont les mêmes que les nos 1 à 5 de la coupe D.

5° Au petit pont, en face du puits Préjan, affleurement de mauvais charbon formant la limite inférieure des couches à combustible.

Dans la coupe D il porte le no 6. Ce filon est suivi par huit ou dix affleurements charbonneux qui alternent avec des schistes et

(1) En Bretagne, on nomme *adressées* les sentiers dont l'entrée est défendue par un échalier.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des grès micacés altérés. Cet ensemble de couches se montre dans les fossés de la route à la borne n° 33, et forme évidemment le prolongement des veines exploitées à la Tardivière. Il représente les n°s 6 à 13 de la coupe D.

6° Grauwacke dont les couches plongent au N. et suivent une direction comprise entre le N. 50° O. et le N. 85° O., et dont la moyenne est N. 65° O. Les inflexions des couches coïncident avec les contours du coteau. La grauwacke s'étend de la borne 33 à la borne 35, et même un peu au-delà.

7° Grès houiller, de la borne 35 au hameau de la Rivière, sur une longueur de 200 mètres environ. Aux approches du village, le terrain est tourmenté, les directions deviennent anomales, par exemple E., O., N. 55° à 65° E. En suivant les couches, on reconnaît que ces accidents tiennent à des contournements.

8° Affleurements charbonneux dans le grès houiller.

Ils ont donné lieu, à la Rivière, à une exploitation sans importance. La veine disposée en chapelets n'offrait pas de continuité. Cette seconde bande de couches à combustible, séparée de la première par la grauwacke, se prolonge à l'O. par la Jouinière et la Chapelle-Breton (*voir* coupe D, n°s 16 et 17), et à l'E. par la Boraire?

9° Grès micacé, avec veinule d'une roche altérée, présentant de l'analogie avec la pierre carrée.

10° Affleurements charbonneux dans le grès micacé.

11° Poudingue à gros galets de quarz, alternant avec du grès houiller dans lequel on observe, à la Pilardière, des veinules charbonneuses.

Les n°s 9, 10 et 11 sont en couches très tourmentées.

12° Poudingue très grossier, à galets de grauwacke réunis par un ciment de grauwacke et contenant quelques cailloux de quarzite. Les éléments prennent rarement une dimension égale à celle de la tête. La composition de cette roche présente la plus grande analogie avec celle du poudingue d'Ingrande. Comme ce dernier, elle est associée avec des lits de grauwacke d'épaisseur variable, qui tantôt semblent offrir une certaine continuité, tantôt s'amincissent et se perdent au milieu de la roche conglomérée.

13° Grauwacke schisteuse.

14° Alternance de grauwacke grossière, de grauwacke schisteuse et de poudingue à petits galets de grauwacke.

15° Alternance de grès houiller et de poudingue à petits noyaux de quarz contenant des veinules de charbon. La houille paraît s'y trouver en amas; elle fait quelquefois partie du poudingue. Nous

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

en avons trouvé dans cette roche des fragments plus gros que le poing, à la distance de vingt pas à l'O. de la borne 36.

16° Près de la borne 36, alternance plusieurs fois répétée du grès houiller et du poudingue précédent. Ce dernier se compose en grande partie de noyaux de quarz hyalin; il renferme aussi des galets de grauwacke et de schiste luisant. Ses bancs très irréguliers semblent former des accidents au milieu du grès.

17° Grauwacke grenue.

18° Poudingue grossier analogue au n° 12 : la direction, fort incertaine dans les couches précédentes, reprend ici son allure normale N. 60 à 70° O.

19° Grauwacke.

20° Poudingue à petites parties; il diffère du n° 12 par la quantité assez abondante des noyaux de quarz qu'il renferme.

21° Alternance plusieurs fois répétée de la grauwacke et du poudingue n° 12, tantôt très grossier, tantôt à petits éléments.

Ces couches forment, après le détour de la route vers le N., la limite septentrionale de la seconde bande de couches à combustible.

22° Schistes luisants de diverses couleurs, en couches verticales et très tourmentées. A quelque distance de la limite, les couches, malgré l'irrégularité de leur contournement, semblent annoncer une tendance à incliner au S.

23° Viennent ensuite des alternances de grauwacke et de schistes luisants. A Teillé, les schistes sont quelquefois stéatiteux et contournés en petit, ou bien ils sont réduits en fragments et forment une brèche imprégnée d'hydrate de peroxide de fer. Les filons de quarz qui sillonnent cette roche fragmentaire, formée sur place, sont colorés par l'oxide de fer. Les schistes luisants renferment des couches subordonnées de phtanite.

24° Porphyre quarzifère verdâtre très altéré. On l'exploite à un quart de lieue de Teillé, près de la route.

Nous ferons remarquer qu'à la limite septentrionale de la seconde bande carbonifère existe un poudingue dont la composition rappelle celui d'Ingrande, tandis que la limite méridionale des deux bandes à combustible ne présente aucune trace de conglomérat.

L'obliquité de la coupe précédente pourrait laisser quelques doutes sur son exactitude. Nous en donnerons une dernière qui lui servira de vérification. Elle est prise du S. au N. et aboutit au village de la Rivière (*voir* p. 77, pl. Ire).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Coupe M.

Coupe de la butte de l'Angellerie au village de la Rivière.

1° Schistes et grauwacke au pied méridional de l'escarpement.

2° Quarzite à structure massive.

3° Grauwacke.

4° Schistes et grès contenant plusieurs veinules de charbon. Ces affleurements forment le prolongement de la bande méridionale exploitée à la Tardivière, à la Richeraie et à la Guibertière (nos 6 à 13 de la coupe D, et n° 5 de la coupe F).

5° Grauwacke dont les couches forment une épaisseur de 400 mètres environ. Elle porte les nos 14 et 15 dans la coupe D, et le n° 6 dans la coupe F.

6° Grès houiller de la Rivière (n° 7 et suivants de la coupe F).

La liaison intime du système houiller avec le système de la grauwacke nous paraît suffisamment établie par la série de coupes que nous venons de rapporter. Cependant nous avons à citer encore quelques faits à l'appui de notre opinion.

Dans le département de Maine-et-Loire, il existe, au milieu du système de la grauwacke, deux bandes très étroites de roches carbonifères au S. de la zone principale, et au N. un lambeau de même nature. Les deux premières paraissent être indépendantes l'une de l'autre, et superposées, ainsi qu'il ressort des recherches de M. Lechâtelier. La plus méridionale commence à l'E. de Saint-Florent, et se termine au S. du Mesnil dans le voisinage des schistes cristallins; la plus septentrionale apparaît à l'O.-N.-O. du Mesnil, passe à 200 mètres au N. du village et se prolonge jusqu'au porphyre qui se montre à l'O. du Pressoir, près de la route de Jallais à Montjean (1). La première bande, encaissée par le schiste talqueux et la grauwacke, se compose d'une veine terreuse qui renferme des noyaux de fer carbonaté enveloppés d'une pellicule de houille. La seconde bande consiste en roches carbonifères qui contiennent des veinules d'une houille parfaitement caractérisée. Le lambeau de couches à combustible, placé au N. de la grande zone, se trouve à Midian, non loin de Rochefort; il présente une forme lenticulaire circonscrite de toutes parts (2). Son extrémité occidentale, recouverte par les alluvions

(1) M. Rolland a cité l'existence de cette bande (*Bulletin*, tome XII, page 466).

(2) Ce lambeau, désigné par le n° 5 dans la carte géologique de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de la Loire, ne reparaît pas sur la rive opposée. Sa plus grande largeur est de 30 mètres environ et sa longueur environ de 200 mètres.

§ III. *Système des couches à combustible de Mouzeil et de Montrelais.*

Les roches qui accompagnent le combustible, et dont nous avons donné la description dans le paragraphe précédent, ne forment pas des couches continues et ne jouent pas le même rôle dans les différents points de la zone.

A la Bourgonnière et à Mouzeil, le schiste domine ; le grès et le poudingue n'apparaissent qu'en couches subordonnées. La pierre carrée, si développée à Montrelais, ne s'est rencontrée que sur un seul point, au puits de la Richeraie. Dans cette localité, elle forme un banc d'un mètre de puissance, au milieu des schistes et du grès micacé. Elle disparaît entièrement à l'O. de la Richeraie, et ne se rencontre ni à la Bourgonnière ni à Languin, du moins elle a échappé à nos recherches.

A Montrelais, les schistes sont très peu développés. Ils ne se montrent ordinairement qu'au voisinage des couches de charbon. La pierre carrée en bancs puissants régulièrement stratifiés, des couches de grès et de poudingue forment la masse du système.

Le prolongement des couches carbonifères de Montrelais se réduit, à l'E. d'Ingrande, à une très faible épaisseur, et semble se perdre au milieu du poudingue que nous avons décrit sous le nom de conglomérat d'Ingrande.

Cette dernière roche prend aux environs de la ville un développement considérable. Elle forme, à la surface du sol, une bande qui peut avoir une lieue dans sa plus grande largeur et dont les deux extrémités se fondent au milieu de la grauwacke. Elle traverse la Loire à Ingrande, mais elle ne reparaît plus sur la rive gauche. Cependant il serait possible que les bancs de grauwacke, passant au poudingue à très petites parties, qu'on observe entre Dodineau et Launay (S.-O. de Montjean), formassent la continuation de cette bande. Nous avons suivi son prolongement occidental jusqu'à la Hardouillère, hameau situé à 3 lieues O. d'Ingrande. Dans ce trajet, nous l'avons vue s'écarter du système à combustible de Montrelais, dont elle se

---

M. Rolland, est représenté à tort comme formant une bande continue (voir *Bulletin*, tome XII, page 474).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

trouve séparée par une grande épaisseur de grauwacke et de schiste (*voir* les coupes A et B).

Au N. du groupe carbonifère, et en relation avec lui, existe sur quelques points un poudingue qui offre par sa composition beaucoup de rapports avec celui d'Ingrande (*voir* coupe A, nos 17 à 23, et coupe F, nos 12 à 21).

Ainsi le système se trouve quelquefois limité à sa partie inférieure et supérieure par une roche conglomérée.

La prédominance de certaines roches sur un point du bassin, leur disparition complète sur d'autres points, leur remplacement par des roches d'une nature différente, prouvent de la manière la plus évidente que les couches de ce système prennent une forme lenticulaire et discontinue.

La puissance totale du groupe à combustible présente elle-même des renflements et des rétrécissements. Abstraction faite du poudingue d'Ingrande, dont l'épaisseur est immense, elle varie de 200 à 1,500 mètres. Les renflements du système proviennent du développement considérable que certaines couches acquièrent sur quelques points. Malgré les sinuosités qui résultent de ces accidents, la bande se prolonge dans la direction générale du terrain N. 55 à 65° O. magnétique.

Les veines de charbon ne paraissent pas se continuer sur une grande distance. Elles éprouvent des étranglements qui les font souvent disparaître sur un assez long espace. A ces étranglements, qu'on désigne sous le nom de *crain*, succèdent des renflements. La succession répétée de ces accidents donne aux veines une disposition en chapelet.

Au voisinage d'une veine, on remarque ordinairement un nombre très variable de *faux filons* ou veinules de charbon. Les uns, que nous nommerons parasites, se ramifient à la veine principale et vont se perdre entre les couches de la roche encaissante; les autres paraissent être indépendants et se terminer en coins à leurs deux extrémités. Ces filons éprouvent quelquefois des élargissements subits assez importants pour être exploités.

Nous reviendrons sur les accidents remarquables qu'on observe dans l'allure des veines, en parlant des travaux de Montrelais.

Le nombre des veines varie d'une localité à l'autre.

A Montrelais on en compte jusqu'à cinq, savoir :

1° La veine du Sud, dite des Petits-Bois. Elle donne à la Peignerie du charbon de forge d'excellente qualité. Au Bois-Long elle fournissait un charbon demi-sec. Sa puissance moyenne est comprise entre 1 et 2 mètres.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

2° La grande veine. Elle présente une épaisseur moyenne de $1^m,50$, et donne du charbon de forge comme la précédente.

3° La veine du centre. Elle paraît se perdre à l'O. du village d'Arcy. Sa puissance varie de $0^m,50$ à 1 mètre.

4° La veine des Plantes. Puissance de $0^m,12$ à $0^m,35$.

5° La veine du Pelleras. Puissance de 1 à 2 mètres.

Ces deux dernières veines fournissaient du charbon de fourneau demi-sec.

A la Tardivière, on n'exploite que deux veines sur les trois qu'on y a reconnues, celle du Sud et la grande veine au N. Elles produisent d'excellent charbon de fourneau.

A la Bourgonnière, on ne compte que deux veines principales : celle du Nord et la grande veine placée au S., contrairement à ce qui s'observe à la Tardivière. Elles donnent du charbon de fourneau.

Dans ce relevé, nous négligeons les faux filons qui avoisinent les couches exploitables.

Le puits de la Bourgonnière est foncé à 500 mètres environ du puits de l'Ouest, qui fait partie de l'exploitation de Mouzeil. Des travaux de recherche, entrepris à diverses époques sur la limite des deux concessions voisines, n'ont pas rencontré les couches de la Bourgonnière : ainsi on n'a aucune certitude que les veines exploitées sur les deux centres soient identiquement les mêmes. A plus forte raison doit-on se défier des rapprochements qu'on établit entre les veines de Montrelais, de Mouzeil et de La Haie-Longue, ou même entre celles de Montrelais, qu'on exploite sur des points peu éloignés les uns des autres. Nos observations nous donnent tout lieu de croire que les couches de charbon n'ont pas échappé à la loi qui a présidé au dépôt des roches qui les accompagnent. Nous avons vu les couches de ces roches affecter une forme lenticulaire. Celles de la houille peuvent se prolonger sur une longueur plus ou moins grande, mais elles doivent nécessairement finir par s'amincir et disparaître. Ainsi donc, si l'on désigne les veines d'une localité par les lettres A, B, C, etc., et celles d'une localité éloignée par les lettres A′, B′, C′, etc., on ne peut pas conclure de leur position relative à peu près analogue, que A soit le prolongement de A′, et que B soit le prolongement de B′, etc.

Le relevé que nous avons donné des différentes veines exploitées démontre que le charbon présente des qualités qui varient avec les localités. Considérées minéralogiquement, les variétés maigres se rapprochent de l'anthracite par leur sécheresse ; mais

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

elles s'en éloignent par leurs caractères minéralogiques, qui les rangent dans les houilles maigres. Les variétés très grasses sont de véritables houilles. Le charbon de forge de la Peignerie conserve sa vieille réputation, malgré la concurrence des charbons anglais et de Saint-Étienne.

Nous ne connaissons aucune analyse du combustible de la Loire-Inférieure; mais, dans ces dernières années, M. Lechâtelier a mis en expérience quatorze variétés de charbon qu'il a recueillies dans le département de Maine-et-Loire. Le résultat de ses analyses concorde avec notre proposition; et bien qu'il s'applique à une partie différente de la zone, il ne nous paraît pas moins concluant (1).

Depuis quelques années, on a reconnu que le prolongement d'une même couche pouvait quelquefois fournir de la houille dans un point et de l'anthracite dans un autre. Ces deux espèces de combustible se trouvent aussi dans les terrains secondaires (*voir* le Mémoire de M. V. Regnault, intitulé : *Recherches sur les combustibles minéraux*, *Annales des Mines*, 3e série, t. XII, pages 16 et suivantes). Ainsi la nature du charbon de la basse Loire ne peut servir à fixer l'âge géologique du terrain qui le renferme.

Les couches du système à combustible présentent une inclinaison comprise entre 80° et la verticale, et rarement inférieure à 85°. Elles plongent généralement au N. Le directeur des mines de Montrelais nous a certifié que, dans les puits nombreux qu'il a vus depuis trente ans sur l'établissement, il avait trouvé cent inclinaisons au N. contre une au S. On peut reconnaître par les travaux encore existants à Mouzeil, Montrelais et la Bourgonnière, que les couches qui, par exception, plongent au S., deviennent bientôt verticales et finissent par reprendre le pendage normal du terrain.

Après cet exposé des traits principaux que présente le système carbonifère, nous citerons quelques faits particuliers qui nous paraissent mériter d'être signalés. Les détails dans lesquels nous allons entrer nous fourniront l'occasion de revenir sur quelques unes des questions précédentes.

Au puits Linneville, foncé à l'O. de la Peignerie, la veine est accompagnée au N. par du schiste et du grès, au S. par du grès à pierre carrée. Le schiste du toit forme une veinule d'épaisseur très

(1) Les analyses de M. Lechâtelier se trouvent dans la *Statistique du département de Maine-et-Loire*, 1re partie. Angers, 1842.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

variable, entre la houille et la roche à laquelle il est subordonné. Le grès du mur s'altère, au contact du charbon, sur une épaisseur de $0^m,05$ à $0^m,15$. Cette espèce de salbande tranche par sa friabilité et sa nuance d'un vert clair sur la roche intacte, qui conserve une grande solidité et une couleur plus foncée. La décomposition observée dans le grès à pierre carrée est produite par l'action des agents extérieurs; car cette roche se réduit en sable toutes les fois qu'elle reste quelque temps à l'air libre.

La veine conserve rarement sa régularité sur une longueur de 100 mètres, sans être fermée par des *crains*. Ce genre d'accident est trop familier aux personnes qui s'occupent de mines pour que nous nous arrêtions à les décrire longuement. Nous exposerons sommairement ses dispositions les plus générales au puits Linneville. Ces détails nous paraissent nécessaires pour faire bien comprendre les faits qui vont suivre (1).

Le *crain* se forme par la réunion du toit et du mur, réunion qui peut avoir lieu de plusieurs manières : tantôt il arrive qu'une des parois restant verticale, l'autre paroi se gonfle et vient produire, dans l'espace occupé par la veine, des renflements qui finissent par chasser complétement le charbon; tantôt les deux parois conservent leur inclinaison et leur demi-régularité, se rejoignent progressivement et détruisent la veine. Quelquefois le schiste du toit, soit en conservant sa puissance, soit en se développant, vient remplacer le combustible. Dans ce cas, il sert d'indice et permet de retrouver la veine, lorsqu'elle se reforme à une petite distance. Souvent le charbon se détruit sans être remplacé par le schiste, et l'on ne peut se guider qu'en suivant la fissure étroite qui reste encore entre le toit et le mur. Enfin il arrive, mais bien plus rarement, que les parois se resserrent, forment continuité et déroutent le mineur par leur liaison intime.

Les particularités relatives aux crains que nous avons observées au puits Linneville se retrouvent dans les différents travaux, et présentent des modifications qui sont en rapport avec la nature des roches encaissantes. L'étendue de ces parties stériles varie suivant les localités. Quelquefois elle n'a que quelques mètres, quelquefois elle dépasse 200 mètres. Le crain se pro-

(1) On trouve dans le *Journal des mines* un mémoire très curieux, de M. Duhamel, où l'existence des crains et la disposition des couches en crochets ou en zigzags sont considérées comme la conséquence des accidents qui ont accompagné le dépôt de la houille (*voir* tome II, prairial an III).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

duit dans le sens horizontal et dans le sens vertical. Les poches qui succèdent aux étranglements présentent donc des formes très variées. M. Cordier a décrit les figures et la disposition que les amas de charbon affectent dans les mines de Saint-Georges Chatelaison. Il cite, entre autres exemples, deux colonnes de houille presque verticales : l'une avait 253 mètres de longueur, l'autre 400 mètres (voir *Journal des mines*, tom. XXXVII, 1815). M. Blavier signale aussi à la Bazouge une colonne quadrangulaire verticale, séparée dans sa longueur par des crains. (Notice statistique et géologique sur les mines et le terrain à anthracite du Maine, *Annales des mines*, 3e série, tome VI.) Ajoutons que ces formes colonnaires sont exceptionnelles et que les amas sont généralement aplatis et irréguliers. Maintenant retournons au puits Linneville.

Aux approches des étranglements et des renflements de la veine, le charbon devient plus friable qu'à l'ordinaire; le toit et le mur présentent des surfaces striées, lisses, polies et très glissantes. Ces accidents se remarquent rarement dans les parties très régulières.

Les mêmes faits se reproduisent dans les roches schistoïdes d'une manière encore plus évidente. Au puits Marie, par exemple, qui a été foncé dans un terrain composé de schiste et de grès micacé, on peut observer que les couches se subdivisent en plaques de dimension très variée, d'une forme irrégulièrement lenticulaire, à surfaces polies, striées et contournées.

En présence de preuves aussi convaincantes, on ne peut se refuser à admettre que les couches ont glissé dans un sens ou dans un autre, à une époque où les couches schisteuses et les veines de charbon conservaient encore une certaine mollesse. Les bouleversements qui ont agité un terrain aujourd'hui vertical ont dû exercer sur certains points une compression capable de chasser la matière charbonneuse de la place qu'elle occupait et de produire un rapprochement plus ou moins complet entre le toit et le mur d'une veine. A l'appui de cette hypothèse, nous citerons les renflements qui succèdent toujours aux étranglements, et la présence d'une veinule savonneuse qui existe toujours dans les crains et dans les poches ou amas au contact immédiat du charbon et de la roche encaissante, quelle que soit sa nature. Cette substance savonneuse est évidemment produite par la trituration du charbon et des roches entre lesquelles la houille a glissé.

Les filons parasites ou ramifiés aux veines offrent les mêmes traces de glissement. On en trouve au puits Linneville un exemple

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

très remarquable dans le coupement de 52 mètres de longueur qui établit, au niveau de 239 mètres, une communication entre la veine des Petits-Bois et la grande veine. Voici la coupe du S. au N. de cette voie souterraine qui traverse les couches perpendiculairement à leur direction (*voir* pag. 77, pl. Ire, fig. G) :

1° Veine du Sud ou des Petits-Bois, ayant 1 mètre ou 1m,40 de puissance. Elle incline de 85° au S. et se trouve limitée par un toit composé de grès.

2° Grès à pierre carrée renfermant une veinule de charbon.

3° Grès à pierre carrée passant au poudingue de même nature.

4° Grès quarzeux au milieu duquel on remarque un filon ramifié qui enveloppe des masses de grès ou rognons de grande dimension.

5° Filon ramifié qui vient d'être cité.

6° Grès grossier à pierre carrée renfermant une veinule de charbon (n° 7).

7° Veinule dans le grès précédent.

8° Couches nombreuses de pierre carrée plus ou moins compacte, de couleur grisâtre. Elles approchent de plus en plus de la verticale, et finissent, à 13 mètres de la veine du Sud, par incliner au N.

9° Lits de schiste noir contenant un filon de charbon.

10° Couches de grès micacé séparant deux filons.

11° Grès et schistes avec plusieurs veinules de charbon.

12° Pierre carrée compacte et veinée.

13° Grès à pierre carrée. Ses couches prennent, au contact du charbon n° 14, une forme cintrée.

14° Amas de charbon présentant des ramifications et une disposition générale aplatie qui lui a fait donner le nom de *plateur*. Il se réunit dans plusieurs points à la grande veine. Nous reviendrons tout-à-l'heure sur cet accident remarquable. Il se trouve, dans le coupement, à 35 mètres environ de la veine des Petits-Bois et à 17 de la grande veine.

15° Grès quarzeux paraissant suivre les contours de la plateur. Ses couches présentent généralement une stratification incertaine et bouleversée.

16° Grès à pierre carrée passant à la pierre carrée compacte et rubanée. Ici les couches deviennent peu inclinées (13 mètres environ de la grande veine).

17° Alternance de schiste, de grès à pierre carrée et d'un grès très fin avec paillettes de mica.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

18° Pierre carrée et grès de même nature. Ici les couches reprennent une position voisine de la perpendiculaire.

19° Veine de charbon d'un mètre environ de puissance, formant un embranchement de la plateur n° 14, et se ramifiant avec la grande veine, à 12 mètres à l'E. du coupement, sur la voie du niveau de 239 mètres. Cette jonction n'est pas représentée sur la coupe.

20° Pierre carrée et grès de même nature.

21° Veinules de charbon.

22° Grès quarzeux et micacé à grain très fin. Ici les couches deviennent presque verticales.

23° Pierre carrée, puis grès de même nature formant le mur de la grande veine.

24° Grande veine de 1 mètre à $1^{m},40$ de puissance.

25° Schiste et grès formant le toit au N. de la grande veine.

L'amas de charbon, n° 14, désigné sous le nom de *plateur*, a été reconnu sur une longueur de 60 à 70 mètres et sur une hauteur de 12 à 15 mètres. Il se dirige, dans toute son étendue, parallèlement à la grande veine située plus au N. L'inégalité de sa puissance lui donne une forme ondulée que ses ramifications contribuent à rendre fort irrégulière. La coupe de projection verticale G donne une idée de sa disposition au voisinage de la galerie de communication. Une de ses branches, n° 19, se réunit à la grande veine sur la voie du niveau de 239 mètres, réunion qui n'a pas été représentée sur la coupe. Une autre branche, désignée par la lettre A, rejoint la grande veine au niveau de 250 mètres, à une certaine distance verticale de la galerie. La plateur se relie à la veine en deux autres points du même niveau. Les ramifications affectent généralement une inclinaison de 30 à 40°.

Au point de jonction A, la roche du mur de la grande veine présente des angles nettement tranchés et légèrement arrondis par le polissage. Sa direction coupe celle de l'embranchement charbonneux. Dans l'intérieur de la poche, les couches suivent généralement les ondulations de la plateur, comme le démontrent les n°s 13 et 15; quelquefois elles sont rompues, et le charbon pénètre dans l'intervalle produit par l'écartement. En un mot, les parties exploitées de cette poche présentent tous les caractères d'une grotte naturelle, produite par un plissement, qui brise ou contourne les couches d'un terrain.

On n'observe, au contact du charbon, aucune trace de schiste ou de salbande altérée, comme dans la grande veine. Les parois,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

parfaitement polies, sont revêtues d'un mince feuillet de l'enduit savonneux que nous avons signalé dans les *crains*.

Des blocs de grès plus ou moins volumineux se trouvent renfermés dans le massif charbonneux de la plateur. Ils présentent la même composition que la roche du mur, des angles arrondis par le frottement, des surfaces polies et revêtues de l'enduit savonneux.

Nous avons examiné tous les accidents que nous venons de décrire, avec une attention d'autant plus minutieuse, que l'un de nous considérait d'abord la plateur comme une bifurcation de la grande veine, produite au moment du dépôt par l'intercalation d'une couche de grès. En résumé, nous avons tiré des faits précédents les conclusions suivantes :

La poche nommée *plateur* est une caverne formée par une dislocation du sol. A l'époque où le mouvement se produisit, les couches de grès et de pierre carrée possédaient une solidité suffisante pour se rompre dans certaines circonstances. Le charbon, au contraire, conservait assez de mollesse pour fuir sous une certaine pression, et s'injecter non seulement entre l'écartement du toit et du mur, mais encore dans toutes les ruptures des roches encaissantes. Le remplissage de la plateur a donc pour origine l'injection de la matière charbonneuse.

Cette conclusion pourrait paraître hasardée, si elle était basée sur un fait unique ; mais des accidents identiques, sur une plus petite échelle, s'observent à chaque pas dans l'intérieur des travaux. On voit souvent de faux filons couper les couches d'une manière irrégulière. Le grès quarzeux, n° 4 de la coupe G, donne un exemple de cet accident.

Nous ferons remarquer que les injections de la matière charbonneuse, au puits Linneville, s'observent généralement au mur de la veine. Il en est de même au puits Marie. Dans cette dernière localité, on a poussé des coupements de 20 à 25 mètres au N. de la veine exploitée, sans rencontrer de charbon. Les amas se trouvent tous au S. Au niveau de 119 mètres, ils sont séparés de la veine (qu'on suppose former le prolongement de la veine des Petits-Bois) par des cloisons dont l'épaisseur varie de 1 à 10 mètres. Ces amas affectent une forme très ondulée ; mais généralement ils sont très inclinés et se tiennent à peu près parallèlement à la veine dont ils semblent faire partie. Tantôt les cloisons forment de grands blocs enveloppés de charbon, tantôt elles se rapprochent et finissent par se rejoindre et former continuité.

Sans doute la disposition des amas de houille au puits Marie

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rappelle assez l'allure d'une veine qui serait subdivisée par des *terrées* contemporaines du dépôt. Mais si l'on se rappelle les accidents que nous avons signalés dans cette localité (p. 94), on admettra comme nous que les dislocations du sol ont puissamment contribué à la formation de ces poches.

La position des amas de houille au S. des veines actuellement exploitées n'est qu'un fait accidentel. Le directeur des mines de Montrelais se rappelle les avoir rencontrées indifféremment dans les anciens travaux, soit au N., soit au S. Dernièrement encore, le directeur des mines de Mouzeil a exploité, au puits Jonnart, foncé près de la Richerais, un embranchement, sorti du N. de la veine, qui s'est poursuivi vers l'E. sur une assez grande étendue. Ainsi la matière charbonneuse a pénétré dans toutes les cavités produites au toit et au mur par le mouvement du terrain.

Indépendamment des filons parasites que nous venons de signaler, il existe des filons indépendants. Ces derniers sont des veinules contemporaines du dépôt, c'est-à-dire des veinules qui ne sont pas formées aux dépens d'une veine principale.

Pour compléter le résumé de nos observations sur le terrain à combustible de la Loire-Inférieure, il nous reste encore à parler d'une question qui a été débattue à la séance extraordinaire de la Société tenue à Angers. (*Voir* le *Bulletin*, t. XII.)

Dans le département de Maine-et-Loire, les couches du terrain houiller, visibles à la Haie-Longue, plongent au N; celles qui se montrent au jour sur la rive opposée de la Loire plongent au S. Cette inclinaison en sens inverse a porté plusieurs géologues à considérer les couches les plus au S. comme étant le prolongement des couches les plus au N. De là ils concluent que le terrain houiller forme, dans ce département, un bassin dont les deux bords ont été redressés (1). Loin d'adopter cette hypothèse, M. Lechâtelier, après un examen approfondi des travaux d'exploitation, a soutenu que le pendage au S. était l'effet d'un renversement de couches, et que les veines de Saint-Georges-sur-Loire ne devaient pas être considérées comme formant le prolongement de celles de la Haie-Longue, mais comme des veines différentes et supérieures à ces

(1) M. Triger, partisan de cette hypothèse, pense que les puits d'exploitation qu'il a creusés dans le lit de la Loire permettront de décider la question. On peut déjà observer, ajoute-t-il, que les veines de charbon qui, à la surface du sol, plongent au N. de 70° environ, deviennent de moins en moins inclinées en s'approfondissant, et que leur pendage n'est plus que de 25 à 30° à 150 mètres du jour.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dernières. M. Rolland s'est contenté d'exposer les faits dans le plus grand détail. Malgré sa neutralité, on voit percer son opinion personnelle, qui se trouve conforme à celle de M. Lechâtelier.

Nous avons dû rechercher si le système à combustible de la Loire-Inférieure présentait une disposition analogue à celle du département voisin. Jusqu'à présent le résultat de nos observations nous porte à repousser l'existence du bassin, dans la portion de la bande carbonifère que nous avons examinée. Les motifs sur lesquels nous fondons notre opinion sont : 1° la constance dans l'inclinaison des couches au N., soit à la surface, soit dans les puits ; 2° la différence que les couches méridionales et septentrionales présentent dans leurs caractères minéralogiques.

Notre première proposition se trouve suffisamment établie par les faits contenus dans cette note; nous passons de suite à la seconde.

Pour que la théorie du bassin fût admise, il faudrait que le terrain à combustible présentât dans les couches méridionales et septentrionales un ensemble de caractères disposé en sens inverse. Dans une question de ce genre, on ne peut pas espérer retrouver la répétition des petits accidents; on ne doit s'attacher qu'aux traits généraux.

Parmi les coupes que nous avons données, la plus favorable à la théorie du bassin est, sans contredit, la coupe A. On y voit la zone houillère, représentée par les n°s 11 à 16, qui se trouve en contact au N. avec des schistes rouges. Le poudingue n° 17, subordonné aux schistes, présente quelque analogie avec le poudingue d'Ingrande, n°s 1 et 2, placé au S., mais à une distance très éloignée. D'après l'hypothèse du bassin, la veine du Bois-Long, n° 12, correspondrait à celle du Pelleras; la grande veine, n° 14, à celle des plantes; la veine du centre serait sans équivalent. Peut-être pourrait-on considérer les deux veines septentrionales comme une subdivision d'une même couche, et alors l'équilibre se trouverait rétabli. Mais il resterait toujours une objection très puissante, l'inclinaison de ces veines au N., comme dans le reste du terrain. Nous en ajouterons une seconde, à laquelle, du reste, nous attachons peu d'importance : ces veines fournissent du charbon sec; la veine des Petits-Bois fournit de la houille grasse. L'étude des travaux souterrains, aujourd'hui abandonnés, pourrait seule faire ressortir les différences que présente la succession des roches. Privés à jamais de ces documents précieux, nous avons au moins la possibilité de vérifier l'exactitude de la coupe C. En allant d'Ingrande à Belvéder par la route neuve, tout observa-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

teur peut reconnaître que le poudingue septentrional, subordonné au schiste rouge (*Voir* coupe A, nos 17 à 23), recouvre le conglomérat d'Ingrande. Le système à combustible, réduit à de minces lanières, se trouve intercalé entre ces deux bandes et partage leur inclinaison au N. On acquiert ainsi la preuve que la totalité du système se compose de couches superposées et parfaitement distinctes.

Les coupes D, E, F présentent, dans leurs parties méridionales et septentrionales, des dissemblances tellement évidentes, qu'il suffit d'y jeter les yeux pour acquérir la conviction qu'elles n'offrent pas le moindre rapport de composition. Peut-être la présence de la bande de grauwacke qui sépare le système des veines de la Tardivière et le système des veines de la Chapelle-Breton, sera-t-elle regardée par les partisans du bassin comme l'effet d'un plissement. Malgré les traces de bouleversement dont ce dernier groupe porte l'empreinte, le pendage au N. finit toujours par prédominer. Cette considération nous engage à repousser, jusqu'à preuves contraires, l'application de la théorie au département de la Loire-Inférieure. Pour nous, les deux systèmes de veines sont entièrement distincts, superposés et séparés par des bancs intercalés de grauwacke.

Le résultat de nos observations donnerait au terrain à combustible de la Loire-Inférieure une épaisseur considérable. Or, le groupe de roches dont il se compose n'est qu'un membre subordonné au grand système de la grauwacke. La totalité de la formation doit donc avoir une puissance qui se trouve hors de proportion avec celle des terrains secondaires. Nous constatons le fait sans chercher à l'expliquer.

APPENDICE.

Nous ne pouvons pas terminer cette notice, sans dire quelques mots des roches d'origine ignée qui s'observent dans la grauwacke, soit au N., soit au S. de la zone à combustible.

Dans la Loire-Inférieure, nous n'avons rencontré que des porphyres quarzifères et des variétés qui présentent des caractères plus ou moins rapprochés de cette espèce de roche. Leur description, publiée dans l'explication de la carte géologique de France, pages 195 et suivantes, nous dispense de donner ici leurs caractères minéralogiques.

Les roches porphyriques se montrent au jour dans une foule de localités. Quelques auteurs ont signalé les modifications que le

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

schiste et la grauwacke éprouvent au point de contact. Leurs observations, confirmées par les nôtres dans un grand nombre de circonstances, ne doivent pas cependant faire considérer l'altération comme une règle invariable. Quelquefois le schiste conserve ses caractères ordinaires au voisinage du porphyre. Les carrières de la Joulnière, près Saint-Herblon, mettent ce fait hors de doute. Nous croyons pouvoir conclure de cette observation que les éruptions porphyriques de la Loire-Inférieure ne remontent pas toutes à la même époque; que les unes sont antérieures et les autres postérieures au dépôt de la grauwacke et des couches à combustible. Il nous paraît même très probable, 1° que des éruptions ont eu lieu pendant la période où se formait le terrain que nous avons décrit; 2° que les éléments constitutifs de la pierre carrée proviennent de ces épanchements intermédiaires dont les produits ont été stratifiés par les eaux. Bien que notre hypothèse sur cette dernière question nous paraisse présenter beaucoup de probabilité, elle aurait besoin, pour devenir une certitude, d'être étayée par des observations directes. Jusqu'à présent nous n'avons pas pu découvrir les points de sortie des masses porphyriques, auxquelles nous attribuons l'origine des matériaux qui composent la pierre carrée (1).

Les modifications que les roches schisteuses subissent accidentellement sur le prolongement d'une même couche ne se trouvent pas toujours en rapport immédiat avec le porphyre. Peut-être sont-elles le résultat de la présence de la roche éruptive à une faible profondeur. Cependant ajoutons que l'élévation de température ne suffit pas pour expliquer tous les accidents qui se présentent. On voit quelquefois des couches intactes alterner avec des schistes luisants, satinés. Un des exemples les plus saillants qu'on puisse citer existe à la Bourgonnière. Dans cette localité, le schiste stéatiteux alterne trois fois avec des couches qui renferment de la houille exploitable. (*Voir* pag. 84, coupe E.) Il faut donc admettre l'influence d'un agent qui s'est porté sur certaines couches de préférence à d'autres.

Les dislocations qui ont causé la sortie des roches porphyriques paraissent n'avoir produit que de simples crevasses. La matière en fusion a profité des fentes sans redresser les couches en sens inverse. Dans toutes les localités où nous avons pu observer les points de contact, nous avons toujours vu l'inclinaison

(1) Je n'exprime ici que mon opinion personnelle sur l'âge des porphyres de la Loire-Inférieure. (*Note de M. Viquesnel.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

conserver son allure normale aux alentours des masses plutoniennes. Il paraît en être de même dans le département de Maine-et-Loire. Les membres de la Société présents à la réunion d'Angers se rappelleront sans doute que les schistes qui enveloppent la butte porphyrique de Saint-Clément-de-la-Leu plongent au S. de part et d'autre de la proéminence. (*Bulletin*, tome XII, pag. 440.)

Une roche serpentineuse, assez analogue à la roche de Pont-Barré, paraît exister, comme dans cette dernière localité, au N. de la zone à combustible. Nous avons remarqué à la Rouxière (parmi les matériaux employés à la construction des maisons) des fragments nombreux d'une roche composée de feuillets serpentineux et de feuillets calcaires.

CONCLUSIONS.

Les faits que nous venons d'exposer nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

1° Le grand système de la grauwacke que nous avons observé dans la Loire-Inférieure passe inférieurement aux schistes cristallins.

2° Il renferme des couches subordonnées de quarzite, de calcaire et de roches accompagnées de combustible. Ces couches, de nature différente, affectent généralement une forme lenticulaire.

3° La liaison intime qui unit les diverses parties de ce système conduit à considérer son ensemble comme le résultat d'une seule et même formation.

4° Les couches renfermant le combustible ont subi des dislocations à une époque où la matière charbonneuse était assez molle pour être injectée par la pression dans les fissures des roches encaissantes déjà solidifiées.

5° Considéré minéralogiquement, le combustible de la Loire-Inférieure est une houille assez généralement maigre, mais quelquefois très grasse et très collante.

6° Il est peu probable que dans la Loire-Inférieure les couches à combustible aient été redressées de manière à prendre la forme d'un bassin. Les observations faites jusqu'à ce jour sont favorables à l'hypothèse contraire.

7° Bien qu'il paraisse probable que la grande zone à combustible se trouve à la partie supérieure du système de la grauwacke, le fait n'est pas encore suffisamment démontré. Des observations

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ultérieures détermineront la place qu'elle doit définitivement occuper dans l'échelle des dépôts de transition.

8° Les roches porphyriques qui se montrent dans le système de la grauwacke soit au N., soit au S. de la zone à combustible, sont sorties par des fentes sans redresser les couches en sens inverse. Dans leur voisinage, le terrain conserve son inclinaison normale et présente souvent des modifications plus ou moins profondes. Tous les porphyres de la Loire-Inférieure ne paraissent pas remonter à la même époque.

Après cette lecture M. Rivière prend la parole.

Je n'entrerai pas, dit-il, dans une discussion détaillée sur les conclusions générales du Mémoire de M. Viquesnel, ni dans l'examen des faits nombreux que l'auteur a consignés dans son travail; je suppose d'ailleurs que la plupart de ces faits sont exacts; mais, pour le moment, je ferai observer que, contrairement à l'opinion émise par M. Viquesnel, il y a réellement une différence de stratification entre le terrain houiller ou anthracifère de la Haie-Longue et celui du gneiss, du micaschiste, etc.; que M. Viquesnel, n'ayant pas étudié avec assez de détails une assez grande étendue de pays, ne s'est pas aperçu que ces deux terrains, quoique ayant des directions très rapprochées, étaient néanmoins en stratification discordante; que ce qui lui a masqué cette différence de stratification, c'est que, dans la localité explorée par M. Viquesnel, il manque probablement au moins un système intermédiaire entre ceux du terrain de gneiss et du terrain houiller, système intermédiaire dont la direction est plus ou moins perpendiculaire à celles des deux autres; que le terrain houiller s'est déposé sur des terrains qui avaient été déjà relevés, et qu'ensuite il a été lui-même relevé suivant une direction rapprochée de celles des terrains anciens, et qui de prime abord paraît peu différente; qu'enfin le relief le plus prononcé de la France occidentale, celui qui affecte le plus toutes les roches, depuis les plus anciennes jusqu'au terrain houiller inclusivement, est précisément celui qui est spécial au terrain houiller, c'est-à-dire celui qui a été produit par les déchirements dont une des conséquences a été l'apparition, immédiatement après la formation du terrain houiller, de ce grand nombre de filons et de typhons de roches amphiboliques qu'on trouve dans l'O. de la France.

Relativement au passage des grauwackes aux micaschistes, au

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

gneiss, etc., énoncé comme fait général par M. Viquesnel, je répondrai que ce passage est rare; que lorsqu'il a lieu, ce n'est qu'un accident, et qu'il n'est pas de l'ordre des compositions et des modifications que pense M. Viquesnel avec beaucoup d'autres géologues. Notre collègue a, selon moi, confondu, les unes avec les autres, des roches qui sont au reste très distinctes lorsqu'on les étudie en géologue-minéralogiste. Je dirai en outre que l'opinion qui regarde les gneiss, les micaschistes, etc., comme des roches de transition métamorphosées, opinion que partage M. Viquesnel, est une véritable exagération, et que rien ne permet d'admettre aussi facilement une pareille transformation. Quoique partisan du métamorphisme, je me réserve, d'ailleurs, de démontrer plus tard que le métamorphisme n'est qu'un accident dans des limites très étroites au milieu de l'étendue des phénomènes géologiques normaux, et que les personnes qui ont invoqué le métamorphisme pour trancher des questions qui les embarrassaient se sont laissées aller sur cette pente avec trop de facilité.

En dernier lieu, je dirai que nécessairement le terrain houiller de la Haie-Longue n'a pu subir d'altération de la part des roches d'origine ignée de Rochefort, etc., puisque ces dernières roches sont d'une époque antérieure à la formation de ce terrain houiller, qui, du reste, renferme des roches sédimentaires formées au détriment des roches éruptives en question.

M. Viquesnel exprime le regret que l'abondance des matières à l'ordre du jour ne lui permette pas de répondre en détail aux objections de M. Rivière. Il se contente de faire remarquer que M. Rivière rapporte au *terrain houiller* les couches à combustible dont ses collaborateurs et lui n'ont pas encore reconnu l'époque de dépôt. La liaison intime de ces couches avec la grauwacke et le passage de ce système aux schistes cristallins sont des faits trop évidents pour avoir échappé à des observateurs tels que MM. Élie de Beaumont, Dufrénoy, Blavier, Lechâtelier, etc. Si M. Rivière est, comme il le dit, partisan du métamorphisme (quelles que soient d'ailleurs les causes de ce phénomène singulier), il pourrait trouver dans le département de Maine-et-Loire de nombreux exemples à l'appui de ses opinions.

L'absence d'un système intermédiaire entre le gneiss de Maine-et-Loire et le terrain à combustible, présentée par M. Rivière comme une hypothèse, ne peut être admise sur une simple assertion. Ce géologue rendrait un service signalé à la science, s'il venait à prouver que tous les auteurs qui ont écrit depuis quelques

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

années sur la Bretagne ont passé, sans le voir, par-dessus un fait de cette importance.

Enfin M. Rivière prétend que les couches du système à combustible n'ont pas subi de modification postérieurement à leur dépôt. La preuve du contraire se trouve établie de la manière la plus positive : 1° par l'alternance trois fois répétée du schiste stéatiteux avec les grès et schistes à combustible de la Bourgonnière (*Voir* page 84); 2° par le passage, sur le prolongement d'une même couche, des schistes et de la grauwacke schisteuse aux schistes luisants, talqueux ou stéatiteux.

Quant aux localités de Rochefort, de Saint-Clément-de-la-Leu et de la Poissonnière, M. Rivière a dit (*Bulletin* de la Société, tome XII, page 446) : *Que les schistes sont talqueux et modifiés en approchant des porphyres.* Il est vrai que ce géologue rapporte les *schistes modifiés* à un terrain inférieur aux couches à combustible. Un des principaux résultats de la communication de ce jour démontre l'impossibilité de séparer les deux systèmes.

En résumé, les seules objections élevées par M. Rivière d'une manière si péremptoire et sans preuves à l'appui, portent uniquement sur des opinions admises par tous ceux qui ont étudié la Bretagne. Elles n'attaquent en aucune façon les faits nouveaux que les auteurs signalent à la Société, et dont M. Lechâtelier a reconnu l'existence dans le département de Maine-et-Loire.

M. Viquesnel déclare, en terminant, qu'il persiste dans ses conclusions.

M. Alc. d'Orbigny cède le fauteuil à M. d'Archiac, vice-président, et M. Deshayes lit le mémoire suivant :

Une note a été publiée au mois d'avril dernier, dans les *Annales des sciences naturelles*, ainsi que dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, sous le titre de : *Quelques considérations sur la station normale comparative des animaux mollusques bivalves.* Si l'auteur de cette note ne m'avait fait l'honneur de me citer, je ne l'aurais point réfuté. Dans un Mémoire spécial, j'aurais présenté des idées différentes; et si je viens actuellement discuter les opinions de l'auteur, c'est que j'ai à défendre des principes que j'ai depuis longtemps adoptés : ces principes régissent la science depuis longtemps, et je les crois trop importants pour que je les abandonne. L'auteur confond évidemment deux sortes d'idées que l'on s'est efforcé constamment de séparer, je ne dirai pas depuis quelques années, car c'est depuis plusieurs siècles que ces efforts

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ont commencé. Je vais être obligé de reprendre l'examen des principes élémentaires de l'anatomie et de la zoologie, et je me trouve ainsi dans la nécessité de donner plus d'extension que je ne l'aurais voulu à la critique d'une note de quelques pages.

Il semble, d'après les premières lignes de M. d'Orbigny, que ce naturaliste va présenter un examen critique de la manière dont les auteurs ont déterminé la position des coquilles bivalves pour en donner la description; mais on voit bientôt que M. d'Orbigny a mal interprété les auteurs qu'il cite, puisqu'il prétend que Linné, Brugnière, Lamarck et Bosc ont eu la même manière de placer la coquille. Pour prouver ce que j'avance et démontrer l'erreur de M. d'Orbigny, il me suffira de renvoyer à la description si poétique que Linné fait du *Venus Dione* (pag. 1129 de la 12e édit. du *Systema naturæ*). Il résulte de cette description que Linné plaçait, en effet, les crochets de la coquille bivalve en bas, le corselet en avant, et la lunule en arrière. Lamarck fait justement le contraire, c'est-à-dire que, tout en laissant la coquille sur les crochets, il tourne la lunule en avant, et le corselet en arrière, de sorte que, en rétablissant la coquille dans sa position normale, anatomiquement parlant, les valves de la coquille placée par Linné restent à droite et à gauche de l'animal; tandis qu'en prenant la coquille placée d'après la méthode de Lamarck, pour la rétablir dans sa position normale, la valve gauche pour Lamarck devient la valve droite pour M. de Blainville, et réciproquement. Tant que l'on ne connut pas les animaux qui construisent les coquilles bivalves, et durant l'oubli où tombèrent les beaux Mémoires de Réaumur, publiés, de 1710 à 1717, parmi les Mémoires de l'Académie des sciences, il était permis d'ignorer de quelle manière on devait placer la coquille pour la décrire, et il est à présumer que Linné et les autres zoologistes auraient adopté de bonne heure une méthode invariable et conforme à celle qui régit le reste de la science s'ils avaient su le rapport des parties de l'animal avec celles de sa coquille.

Nous rappellerons d'abord ici les principes d'après lesquels se font les descriptions anatomiques et zoologiques des animaux. Ces principes consistent à saisir l'homme et les animaux en dehors de leurs habitudes, et de les supposer placés entre les plans d'un cube ou d'un parallélipipède, de manière à pouvoir rapporter à ces divers plans les parties semblables des animaux qu'il s'agit de décrire ou de comparer. Ainsi, on prend un animal quelconque, et l'observateur le met devant lui sur un plan horizontal, le ventre en dessous et le dos en dessus, la tête en avant et la partie opposée du corps

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

en arrière. Le plan qui passe sous le ventre est nommé *ventral*, celui qui passe au-dessus du dos est le *dorsal;* les plans qui correspondent aux flancs de l'animal sont nommés *plan de droite* et *plan de gauche;* enfin, le plan qui passe devant la tête est l'*antérieur*, celui qui est à l'extrémité opposée est le *postérieur*. Par cette méthode artificielle et de convention, tous les animaux sont ramenés à une position unique; et c'est par le moyen de cette méthode bien simple que l'on est parvenu à jeter les bases d'une anatomie comparée qui peut être comprise de tout le monde. Cette règle, Linné et tous les autres zoologistes l'ont mise en pratique dans leurs ouvrages, et les coquilles seules se sont longtemps soustraites à cette méthode, parce que, comme je le répète, on ne connaissait pas les rapports des parties de l'animal avec les divers accidents intérieurs ou extérieurs de la coquille. Cette absence des principes généraux de la zoologie dans la conchyliologie ne tient pas, comme le suppose M. d'Orbigny, à ce que la science manquait d'observations nombreuses sur la manière de vivre des mollusques bivalves, mais uniquement à l'imperfection des connaissances anatomiques.

« Si l'on suivait, dit M. d'Orbigny, dans la position des êtres » une marche purement systématique, sans tenir compte de l'état » normal, on arriverait aux conséquences les plus disparates. Fau- » drait-il donc, en effet, parce que, dans la station habituelle, » l'homme a la colonne vertébrale suivant une ligne verticale, et » qu'il porte la tête à l'extrémité supérieure de cette ligne, fau- » drait-il, dis-je, placer les autres mammifères quadrupèdes » dans une position analogue? » M. d'Orbigny répond négativement à la question qu'il se pose, tandis que Cuvier y a répondu affirmativement; et, en cela, notre grand zoologiste n'a fait que se conformer aux principes professés par tous ses devanciers, et depuis surtout qu'aidé des travaux de Daubenton, il a jeté les bases de l'anatomie comparée. M. d'Orbigny regrettera sans doute de se trouver en désaccord, non seulement avec Cuvier, mais de se trouver absolument seul à professer les idées qu'il a publiées dans la note que j'examine.

Après cet exposé que j'ai rendu le plus concis qu'il m'a été possible, il me reste à répondre à diverses assertions de M. d'Orbigny, ce qui me permettra, en passant, de dire comment M. de Blainville a ramené toute la conchyliologie et toute la malacologie aux principes généraux de la zoologie et de l'anatomie.

M. d'Orbigny paraît vouloir me faire tomber dans une espèce de contradiction qu'il n'a point trouvée, j'en suis certain, dans

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les divers ouvrages que j'ai publiés. Il dit, en effet, que je place les tubes des mollusques bivalves en bas, et le côté de la bouche en haut; et il ajoute que, pour moi, le côté de la bouche est antérieur et le côté des tubes postérieur. M. d'Orbigny semble croire par là que j'aurais dû, sans doute, nommer supérieur le côté de la bouche, et inférieur celui des siphons; je demanderai à l'auteur de la note que je critique comment il placera une coquille bivalve quand il voudra la représenter sur une planche, dans la position antéro-postérieure. Lorsque M. d'Orbigny feuillette un livre qu'il tient à la main, il croit, sans doute, qu'à son exemple on prend pour le haut de l'animal ce qui est dirigé vers le haut de la planche; mais si je pose la planche sur un plan horizontal, ce que M. d'Orbigny prend pour le haut de l'animal devient, tout bonnement, sa partie antérieure. Partant toujours de cette supposition tout-à-fait gratuite, et confondant sans cesse la station habituelle de l'animal avec la position de convention que lui donnent les zoologistes, M. d'Orbigny m'attribue l'idée de considérer le mollusque dans une position renversée, comme si, dit-il, on mettait un homme les pieds en l'air pour en faire la description. Une pareille assertion, se réfute d'elle-même, puisqu'il est vrai que je pourrais reprocher à mon tour à M. d'Orbigny que, contrairement à toutes les idées reçues, il propose de considérer les mollusques la tête en bas, et les parties postérieures en haut. M. d'Orbigny, d'ailleurs, à quelques paragraphes plus loin, a pris soin de me justifier et de se réfuter lui-même, en disant que la position que j'adopte est déduite des caractères zoologiques des animaux. Si cette position est fondée sur les caractères zoologiques, elle a donc quelque chose de rationnel, ce que lui refuse cependant M. d'Orbigny, dans les premiers paragraphes de sa note.

Je vois avec peine que l'auteur de la note que je critique a mal compris les idées de M. de Blainville. Le savant professeur a eu le très grand mérite, aux yeux de tous les zoologistes éclairés, de trancher définitivement les difficultés relatives à la question qui nous occupe, en plaçant toutes les coquilles sur leurs animaux, dans la position de convention acceptée, sans exception aucune, pour toutes les branches de l'histoire naturelle. M. d'Orbigny dit positivement que ma méthode est entièrement différente de celle de M. de Blainville. D'abord, je l'avoue, je n'ai point, en cette matière, de méthode qui m'appartienne en propre, et j'ajoute que mes opinions sont tout-à-fait conformes à celles de M. de Blainville. Je suppose, d'après ce que dit M. d'Orbigny, qu'il

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

s'est contenté de consulter les planches du Traité de malacologie et de mon Traité élémentaire. Si l'auteur eût examiné, en même temps, le texte de ces ouvrages, ainsi que la troisième planche dans laquelle M. de Blainville expose ses principes d'une manière graphique, loin de trouver de la dissemblance entre nos opinions, il aurait constaté facilement leur identité. Ce qui a, sans doute, frappé M. d'Orbigny, c'est que les figures, placées suivant le caprice du peintre, dans le Traité de malacologie, sont presque toutes vues par le côté; tandis que, dans mon Traité élémentaire, toutes les figures sont disposées de manière que la coquille soit représentée devant le lecteur, dans son diamètre antéro-postérieur. M. d'Orbigny a donc tort de prétendre que la méthode de M. de Blainville se rapproche plus de la nature que la mienne, puisque je partage, à ce sujet, la manière de voir du savant professeur dont je viens de parler. M. d'Orbigny a également tort de supposer que M. de Blainville et moi considérons comme normale la position, toute de convention, que nous donnons aux figures de nos ouvrages. Enfin, contrairement à l'opinion de M. d'Orbigny, je crois que, dans tous les ouvrages de zoologie, les figures des animaux ou de leurs parties doivent être placées conformément aux principes universellement reçus, et l'on comprendra combien cette uniformité rend facile la comparaison des espèces, et montre les modifications nombreuses que subissent les différentes parties des êtres que l'on veut comparer.

Tout ce qui précède rendra facile à comprendre la méthode de M. de Blainville. Elle consiste à prendre un animal mollusque dans sa coquille et à le placer devant soi, sur un plan horizontal, la tête ou la bouche en avant; en arrière les siphons, lorsqu'ils existent, ou bien les parties de l'animal où se trouve l'anus; le ventre en dessous, le dos en dessus; et, dans cette position de l'animal, la coquille qui le revêt est posée sur les bords libres de ses valves qui deviennent les bords inférieurs. La lunule qui correspond à l'ouverture de la bouche est dirigée en avant; le bord cardinal, où la charnière est articulée et où se trouve le ligament, devient le bord dorsal, ou supérieur, et c'est dans une grande étendue de ce bord que se trouve le corselet que Linné dirigeait en avant; enfin, le côté postérieur correspond à l'anus et aux siphons. Une fois cette méthode adoptée, lorsque l'on veut comparer, par exemple, des coquilles développées dans des diamètres opposés, on le fait avec la plus grande facilité, ce qui ne pourrait avoir lieu dans la méthode de M. d'Orbigny. Mais cette méthode acquiert un avantage immense par la rectitude qu'elle

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

répand sur toutes les parties de la nomenclature conchyliologique. Les différents diamètres d'une coquille ou d'un animal deviennent faciles à désigner; on distingue immédiatement la valve droite de la valve gauche; tous les accidents intérieurs de la coquille se trouvent définitivement fixés et deviennent, à l'instant même, comparables. M. d'Orbigny ne pourra jamais donner à sa méthode ce degré de certitude qui serait nécessaire pour la rendre aussi utile que celle de M. de Blainville, et mettre les zoologistes dans l'embarras de choisir.

M. d'Orbigny a critiqué les méthodes reçues, dans l'intention, louable sans doute, de rendre quelques services à la géologie; mais je pense qu'il s'est considérablement exagéré l'importance des faits qu'il a allégués à l'appui; et les personnes qui lisent les travaux récemment publiés et dirigés par le même esprit que ceux de M. de Blainville, savent facilement se garantir des petits inconvénients que signale M. d'Orbigny. De quoi s'agit-il, en effet? et quel est le but principal de la zoologie? c'est de faciliter la distinction et la connaissance des espèces. Si une méthode sévère et rigoureuse lui est nécessaire pour atteindre ce but, elle doit l'employer invariablement. Il est facile, à la suite de l'étude des espèces d'un genre ou d'une famille, de dire quelles sont leurs mœurs, et quelle position elles affectent, non plus dans un livre, mais dans la nature. Si l'exemple que M. d'Orbigny se propose de donner était généralement suivi, il en résulterait de grandes difficultés pour comparer les espèces d'un même groupe, et je ne vois pas en quoi la géologie aurait à se féliciter d'un tel changement. Lorsqu'un géologue examine attentivement des couches de sédiment, et qu'il s'aperçoit que le plus grand nombre des coquilles bivalves sont dans une position constante, il peut facilement tenir compte de ce fait, et en cherchant dans les ouvrages des zoologistes quelles sont les mœurs des familles auxquelles elles appartiennent, il pourra aisément juger de la valeur de son observation. Mais quel embarras n'éprouvera-t-il pas lorsque, voulant déterminer les espèces qu'il a recueillies, il ne trouvera aucun accord dans les descriptions, parce qu'il aura plu à quelques personnes de ne point admettre les principes qui régissent invariablement la science! Tous les efforts des zoologistes doivent tendre à généraliser, dans leur application, les principes qui les dirigent.

Dans la seconde partie de son Mémoire, M. d'Orbigny expose des observations sur la manière de vivre de plusieurs genres de mollusques à coquilles bivalves, et, pour plus de facilité, il partage ces animaux en symétriques et en non symétriques. M. d'Or-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

bigny, j'en suis convaincu, a cru présenter des faits nouveaux; mais s'il avait consulté les travaux de ses devanciers, il se serait évité la peine d'écrire cette partie; car il eût trouvé consignés dans les auteurs, à l'exception cependant de quelques erreurs qui lui sont propres, tous les faits qu'il a rapportés. M. d'Orbigny peut consulter les travaux de Réaumur, publiés, dès l'année 1710, dans les Mémoires de l'Académie des sciences: il verra que Réaumur, dans un Mémoire de plus de cinquante pages, expose les mœurs d'un grand nombre de mollusques bivalves, et entre autres des Moules, des Vénus, des Tellines, des Bucardes, des Donaces, et il décrit non seulement la station habituelle de ces animaux, mais encore les manœuvres au moyen desquelles ils se rétablissent dans leur position normale quand ils en ont été dérangés. Dans un second Mémoire, publié l'année d'après, et qui fait suite à celui qui précède, Réaumur continue ses observations sur les Moules et les Peignes, et il décrit les procédés au moyen desquels ces animaux filent leur byssus pour se fixer aux corps étrangers. Un troisième Mémoire, qui parut en 1712, contient les observations de Réaumur sur les Solens et les Pholades; enfin, en 1717, ce grand observateur, auquel l'entomologie est redevable de si beaux travaux, a donné ses remarques sur le genre *Pinna* et la manière de vivre de ce mollusque; il est même descendu à quelqnes détails sur l'art de pêcher cet animal, et il n'a pas manqué de parler de l'utilité que pouvait avoir le byssus comme matière propre à tisser des étoffes. Un peu avant Réaumur, en 1706, Poupart a fait voir, dans un Mémoire publié parmi ceux de l'Académie, que la station habituelle des Mulettes d'eau douce est conforme à celle qu'ont adoptée les anatomistes. Ces observations, dont l'exactitude est journellement vérifiée par tout le monde, viennent contredire l'assertion de M. d'Orbigny, qui prétend que ces animaux s'enfoncent perpendiculairement ou très obliquement dans la vase. Depuis Réaumur, un assez grand nombre de naturalistes ont consigné dans leurs ouvrages des observations sur la manière de vivre des mollusques bivalves. Guettard, Adanson, Baster, Poli, doivent être mentionnés : ce dernier, surtout, ayant passé en revue presque tous les genres qui habitent dans la Méditerranée. Je ne dois point oublier les observateurs plus récents, tels que M. Fleuriau de Bellevue pour les coquilles perforantes, et MM. Quoy et Gaimard pour un grand nombre d'autres genres. Enfin, pour mentionner les travaux les plus importants sur cette matière, je ne dois point omettre non plus les observations de Sellius et de Massuet sur les Tarets, celles de MM. Porro et Caillaud sur les Clavagelles, celles de M. Ruppell sur

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'Arrosoir de la mer Rouge. Non seulement tous les genres cités par M. d'Orbigny le sont aussi par les auteurs dont je viens de parler, mais de plus ceux-ci mentionnent les mœurs et les habitudes de plusieurs autres genres qu'il a négligés, tels que les Limes, les Houlettes, etc.

Maintenant il me reste à présenter des rectifications sur quelques faits allégués par M. d'Orbigny, et qui auront sans doute échappé à la précipitation de son travail. Il dit que les animaux des genres *Pholas, Lithodomus, Saxicava, Clavagella, Teredo*, etc., se maintiennent dans une position verticale, les tubes en haut, la bouche en bas. Je puis affirmer, pour l'avoir vu plusieurs fois, qu'un grand nombre d'espèces de Pholades, celles qui se logent dans les bois et les calcaires tendres, affectent toutes les positions imaginables. Je puis en dire autant pour les genres *Lithodomus, Saxicava*, *Petricola* et *Gastrochæna*. Ces animaux percent les pierres dans toutes les directions, et il suffit, pour s'en convaincre, d'assister, à Toulon ou à Marseille, à la rupture des pierres calcaires dans lesquelles on recherche avec empressement le Lithodome. Il suffit aussi d'examiner une de ces masses calcaires dans lesquelles ont pénétré les Saxicaves et les Gastrochènes, et on verra que tous ces animaux se tiennent également dans toutes les positions imaginables. Quant au genre Clavagelle, le Mémoire de M. Caillaud, ainsi que celui de M. Porro, dément ce que dit M. d'Orbigny; car M. Caillaud, par exemple, a représenté une Clavagelle qui s'est enfoncée horizontalement dans une masse calcaire et a fait faire à son tube une courbure à angle droit pour lui imprimer une direction verticale. Les Tarets, quoi qu'en dise M. d'Orbigny, suivent généralement la direction des fibres du bois dans lequel ils s'enfoncent. S'ils attaquent des pièces enfoncées verticalement, ils descendent dans cette direction; s'ils se logent dans des bois échoués, ils y pénètrent horizontalement ou dans toutes les directions. D'après M. d'Orbigny, les genres *Venus, Cardium, Tellina, Nucula, Pectunculus, Arca, Unio, Anodonta, Mactra, Donax* et *Cyclas*, se tiendraient dans une position verticale; mais je pense qu'il faut distinguer. Cette position est, en effet, verticale dans les Vénus, les Tellines, les Donaces, les Mactres, et peut-être les Nucules. J'exprime des doutes pour ce genre, parce que, l'ayant observé vivant, je ne l'ai pas vu chercher à s'enfoncer dans le sable sur lequel je l'avais posé. Quant aux Pétoncles et à celles des Arches qui n'ont point de byssus, non seulement ils n'ont point de tubes pour les diriger en haut, mais ils s'enfoncent dans le sable, en conservant les crochets en haut et un peu

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

inclinés en avant. D'après les observations de Poupart d'un côté, celles de Pfeiffer d'un autre, et celles de M. Léonard Jenyns, les genres *Anodonta*, *Unio* et *Cyclas* ne se comporteraient pas comme le dit M. d'Orbigny; et comme les observations que je viens de mentionner s'accordent entre elles, quoique faites dans des pays différents et à diverses époques, il m'est permis de les adopter avec confiance et de les opposer à celles de l'auteur que je critique.

M. d'Orbigny prétend que les genres byssifères et les Vénéricardes se fixent au moyen de leur byssus, à peu près dans la même position que le font les Vénus; je puis affirmer, pour l'avoir observé un grand nombre de fois, que M. d'Orbigny, dans sa préoccupation géologique, s'est trompé. J'ai trouvé les Arches dans toutes les directions imaginables, fixées sur le même quartier de roche, en dessus ou en dessous, ou dans des positions plus ou moins obliques, la bouche indifféremment en haut ou en bas. Il y a, dans la Méditerranée, plusieurs espèces de ces Arches byssifères, et mes observations à ce sujet sont aussi multipliées que précises. Il existe, dans la même mer, une petite Cardite qui s'attache dans les anfractuosités des roches, à fleur d'eau, et je puis affirmer aussi l'avoir observée dans toutes les positions imaginables.

M. d'Orbigny parle aussi des coquilles bivalves non symétriques, et il les compare, pour leur manière d'être, aux poissons de la famille des Pleuronectes. M. d'Orbigny dit, ce qui est vrai, que les Peignes, par exemple, ceux qui ne sont pas byssifères, reposent horizontalement sur le sol et s'appuient sur leur grande valve. A cause de cette habitude, et sans faire attention que les Peignes byssifères ont toute l'irrégularité de station des Moules, M. d'Orbigny veut changer la nomenclature et nommer supérieure la valve plane, et inférieure la valve qui repose sur le sol. Cette innovation doit être d'autant mieux rejetée que M. d'Orbigny lui-même lui fait subir une exception des plus notables pour plusieurs genres de mollusques dont la coquille est inéquivalve, tels que les Pandores et les Corbules, qui cependant s'enfoncent perpendiculairement dans le sable des rivages. Il est notoirement connu que les genres qui se fixent par un byssus se tiennent dans des positions fort différentes selon les espèces. Nous avons vu, par exemple, de nombreuses grappes du *Mytilus Afer* supendues aux rochers, la bouche en haut; le *Mytilus Gallo-provincialis*, au contraire, forme des masses irrégulières d'indi-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vidus attachés les uns aux autres dans toutes les directions; et l'on sait que le genre *Pinna*, qui est si rapproché des Moules par ses caractères zoologiques, se tient constamment, le crochet en bas, dans une position verticale. Les groupes que nous avons examinés, appartenant aux genres Perne et Avicule, ne nous ont offert aucune direction constante dans la position des individus, tandis que les Crénatules et les Vulselles, qui s'enfoncent dans les éponges et n'ont point de byssus, s'y établissent et s'y entassent, le plus ordinairement le crochet dirigé en bas, et quelquefois aussi y sont disséminées dans toutes les directions. Si nous examinons maintenant les genres dont les coquilles s'attachent aux rochers par la substance même de leur têt, nous les voyons prendre toutes les directions, toutes les positions; et il existe même un genre, celui des Éthéries, chez lequel la coquille est adhérente indifféremment par l'une ou l'autre valve. Dans ce cas, comment M. d'Orbigny distinguera-t-il la valve supérieure de l'inférieure?

De toutes les observations que M d'Orbigny a faites, il conclut qu'il faut changer la méthode universellement adoptée, représenter les mollusques et leur coquille dans la position où ils sont dans la nature, de manière que leurs mœurs mêmes soient exposées dans les livres. De tout ce qui précède, je tire une conséquence diamétralement opposée : c'est justement parce que j'observe une aussi grande diversité dans la station habituelle des mollusques que je trouve plus logique de les ramener tous à une position unique, assez souvent de convention, il est vrai, mais du moins éminemment utile, puisqu'elle permet la comparaison immédiate des parties semblables des mêmes êtres. J'ai la conviction que la méthode simple, préférée par les zoologistes, le sera aussi par tous les géologues, qui comprendront, je me le persuade, qu'il faut profiter de tout ce qui est bon dans une science. Ils savent d'ailleurs que la science zoologique est indépendante de la leur; qu'elle est régie par d'autres principes; qu'elle conduit à un autre but, puisqu'elle nous aide, d'une part, à reconnaître les créatures, à les classer dans la série des êtres, et, de l'autre, à recueillir dans ses archives tout ce qui a rapport à leurs mœurs et à leurs habitudes. Si, dans quelques circonstances, les géologues, par une observation plus complète du gisement des fossiles, sont en état d'éclairer certaines questions, le zoologiste peut, je pense, les en avertir et les diriger sans attaquer les principes de la science qui l'occupe et sans oublier non plus les travaux des naturalistes qui l'ont précédé. Il n'est pas juste, en effet, de leur ravir le mérite de nous avoir

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

devancés dans le vaste champ de l'observation, que souvent ils ont si bien cultivé.

M. Alc. d'Orbigny déclare qu'il répondra à ce mémoire article par article.

Séance du 18 *décembre* 1843.

PRÉSIDENCE DE M. ALCIDE D'ORBIGNY.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté après quelques rectifications qui doivent être complétées par des notes que divers membres auront à remettre au secrétaire.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

DELESSE (Achille), ingénieur des mines, à Paris, présenté par MM. Dufrénoy et de Verneuil;

BOUCAULT, vice-président de la Société des sciences naturelles de Semur, à Semur (Côte-d'Or), présenté par MM. Alcide d'Orbigny et Viquesnel;

TCHICATCHEFF (DE), présenté par MM. Alcide d'Orbigny et de Verneuil;

BLOEDE (le colonel), présenté par MM. d'Archiac et de Verneuil;

ALOÏSE D'AETH, docteur en droit à Tschanovitz (Autriche), présenté par MM. Hommaire de Hell et Alcide d'Orbigny;

GILLOTE (Joseph), propriétaire, à Nuits (Côte-d'Or), présenté par MM. Hommaire de Hell et Alcide d'Orbigny.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit:

De la part de M. le ministre de la Justice, le *Journal des Savants*, numéro de novembre 1843.

De la part de M. Ch. Deville, ses *Observations sur le tremblement de terre éprouvé à la Guadeloupe le* 8 *février* 1843. In-4°, 52 pages. Basse-Terre, 1843.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

De la part de M. Pissis, Rapport fait à l'Académie des sciences sur son Mémoire intitulé : *Sur la position géologique des terrains de la partie australe du Brésil, et les soulèvements qui, à diverses époques, ont changé le relief de cette contrée.* Juillet 1843.

De la part de M. Adrien Paillette, 1° son *Appendice* à son *Mémoire sur le gisement, l'exploitation et le traitement des minerais de plomb dans les environs d'Almeria et d'Adra* (Andalousie). In-8°, 34 pages. (Extrait du tome XI des *Annales des mines*, 1842.)

2° Ses *Études historiques et géologiques sur les gîtes métallifères de Calabre et du N. de la Sicile.* In-8°, 65 pag., 1 pl. (Extrait des *Annales des mines*, 1842.)

3° Ses *Observaciones*, etc. (Observations chimico-minéralogiques sur les eaux de la fontaine sainte de Nava, dans les Asturies). In-8°, 4 pl. Oviedo, 1843.

De la part de M. Melleville, son *Essai sur l'étymologie du nom des villes et villages du département de l'Aisne, et sur l'époque et les circonstances de leur fondation.* In-8°, 20 pages. 1843.

De la part de M. Nyst, sa *Notice sur deux coquilles colombiennes, du genre* Bulimus. In-8°, 3 pages, une planche.

De la part de M. Charlesworth, *The Magazine of natural history*, dont il est éditeur. Numéros de janvier—août 1838.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences pour 1843, 2e semestre, t. XVII, nos 23, 24.

Mémoires de la Société royale des sciences, arts, belles-lettres et agriculture de la ville de Saint-Quentin. In-8°, années 1831—1842, 4 vol.

Annales agricoles du département de l'Aisne, publiées par la Société des sciences, arts, belles-lettres et agriculture de Saint-Quentin. In-8°, années 1833—1842, 10 vol.

Bulletin de la Société de géographie, n° 117, septembre 1843.

Mémorial encyclopédique, numéro de novembre 1843.

L'Institut, nos 519 et 520.

L'Écho du Monde savant, nos 45—48.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

The Athenæum, nos 841, 842.
The Mining Journal, nos 433, 434.

M. Robert offre à la Société la *Vue* (n° 3) *des côtes occidentales du Finmark.*

M. Pissis, à propos du procès-verbal de la dernière séance, lit la note suivante :

Réponse à la note lue par M. Raulin dans la séance du 4 décembre.

M. Raulin affirme, contre notre opinion, que l'hypothèse de lacs échelonnés, pour expliquer les différences de niveau des terrains tertiaires de la Limagne, compte encore beaucoup de partisans. Le seul géologue qu'il cite à l'appui de son assertion, M. Constant Prevost, s'étant expliqué lui-même sur l'opinion que M. Raulin lui avait si légèrement attribuée, nous n'y répondrons pas plus longuement.

Quant à la nécessité d'un nivellement, nous avons toujours cru, avec M. Elie de Beaumont, et nous croyons encore aujourd'hui, qu'un nivellement barométrique ou autre jetterait un grand jour sur toutes les questions qui se rapportent au relief de l'Auvergne; mais nous demanderons à M. Raulin s'il pense de bonne foi que six mesures prises entre Clermont et Brioude, c'est-à-dire sur une surface de plus de 80 lieues carrées, et sur un terrain aussi accidenté que celui de l'Auvergne, puissent être considérées comme un nivellement.

Les raisons que donne M. Raulin pour la défense de ses conclusions se rapportent à trois sources différentes. Les unes sont tirées de ce que la carte géologique de France n'indique pas telle ou telle circonstance locale; et les autres, de ce que nous avons pris l'altitude de la surface supérieure des nappes basaltiques au lieu de celle de la surface inférieure.

Pour ce qui est des raisons toutes négatives tirées de la carte géologique de France, nous ne voyons pas de réponse à faire; mais nous avons à rappeler un fait tellement simple, que nous sommes surpris que M. Raulin n'y ait point fait attention: c'est que tous les détails d'un terrain ne peuvent être reproduits sur les cartes; il n'y a donc rien d'étonnant à ce que la carte de France ne porte point des indications qui, à cause de son échelle, ne pouvaient y entrer.

Nous regrettons pour M. Raulin qu'en nous mettant dans la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nécessité d'établir un parallèle entre ses mesures et celles dont nous nous sommes servi, il nous force à entrer dans des détails que nous avions voulu lui épargner lors de notre premier travail. M. Raulin, qui se servait pour la première fois du baromètre, a calculé ses altitudes sur des bases qui ne sont point comparables; il les a calculées, en rapportant les hauteurs de son baromètre à celles du baromètre à Paris, c'est-à-dire en supposant que l'état de l'atmosphère fût identiquement le même sur deux points éloignés de plus de 100 lieues, et cela dans la saison de l'année où les changements atmosphériques se succèdent avec le plus de rapidité. Il n'a fait pour chaque point qu'une seule observation; en un mot il a opéré dans des circonstances telles que toutes les erreurs inhérentes à ce genre d'observations devaient s'accumuler. Supposons que la concordance des baromètres de Paris et d'Auvergne ait eu lieu à 1 millimètre près, ce sera certainement une erreur bien petite, si l'on se rappelle qu'un simple changement dans la direction des vents apporte souvent une variation de plus de 7 millimètres. Supposons encore que la somme des erreurs résultant de la mesure de la colonne barométrique, de la température de l'air et de celle du mercure ne dépasse pas non plus 1 millimètre, nous ferons une part bien petite pour quelqu'un qui n'est pas habitué à de telles mesures. Eh bien! cette erreur de 2 millimètres correspond à une différence de niveau de 24 mètres, et comme cette différence a pu être en plus et en moins, il en résulte une erreur totale de 48 mètres dans les circonstances les plus favorables. Voyons maintenant les données que nous avons employées: nous avons pris les altitudes déterminées par M. Ramond; il est, je pense, inutile de rappeler ici l'habileté de cet observateur, qui a mesuré, en Auvergne seulement, plus de deux cents points, et cela en prenant les moyennes de plusieurs observations et rapportant toutes les altitudes à celle de la préfecture de Clermont. Nous pouvons donc regarder ces mesures comme offrant tout le degré d'exactitude que comportent les observations barométriques. Ces mesures s'appliquent à la surface supérieure des nappes basaltiques des plateaux que nous avons cités; mais il est d'abord évident que, dans le cas où il s'agit seulement de hauteurs relatives, on aurait le même résultat en prenant l'altitude de la surface supérieure ou celle de la surface inférieure, si ces nappes avaient toutes la même épaisseur. L'erreur que nous avons dû commettre repose donc sur la différence d'épaisseur des nappes basaltiques. Or, il n'existe point sur les plateaux de la Limagne de nappes basaltiques dont l'épaisseur dépasse 50 mètres, et il n'en

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

existe pas non plus qui aient moins de 15 mètres; la plus grande erreur possible est donc au-dessous de 35 mètres, tandis que celle qui peut résulter des mesures de M. Raulin peut surpasser 48 mètres dans les circonstances les plus favorables; car, si nous admettons seulement que le vent se fût trouvé le même jour au S. en Auvergne et à l'E. à Paris, cette erreur pourrait dépasser 84 mètres.

M. Raulin prétend ensuite que nous lui attribuons une opinion qu'il n'avait point du tout. Si, en disant que le Puy-de-Barneyre se trouve à peu près sur le prolongement de la chaîne principale des Alpes, il a voulu dire qu'il ne s'y trouvait point du tout, nous regrettons de l'avoir contredit; car, dans ce cas, nos convictions étaient les mêmes; mais il se ravise un peu plus loin, et, confondant deux questions bien distinctes en une seule, il cherche à montrer que cette opinion est très soutenable, et que l'*à-peu-près* est de trop. Nous avons dit que le Puy-de-Barneyre n'était point sur le prolongement de la chaîne principale des Alpes, et cela par la raison toute simple qu'il se trouve à environ 14 lieues au N. de cette ligne; ceci est un fait indépendant de toutes considérations de parallélisme, et que toutes les raisons du monde n'empêcheraient pas d'avoir lieu. Nous avons dit ensuite que l'arc de cercle joignant le Mont-Blanc et le Mont-Dore et par conséquent le Puy-de-Barneyre, s'écartant de la direction de la chaîne des Alpes de plus de 9°, ne pouvait être regardé comme parallèle à cette chaîne. M. Raulin cite à ce sujet un passage de M. Elie de Beaumont qu'il croit contraire à notre manière de voir. Si M. Raulin eût voulu regarder un peu plus avant dans le même ouvrage, il aurait vu à la page 647 que M. Elie de Beaumont dit en parlant des Alpes « que cette vaste agglomération » résulte du croisement de plusieurs systèmes indépendants les » uns des autres, distincts à la fois par leur direction et par leur » âge, et dont l'apparition successive a chaque fois considérable- » ment modifié leur relief antérieur. » Il aurait compris par là que les directions des diverses crêtes ne sont point toujours celles du dernier mouvement, mais les résultantes des directions de tous ceux qui ont concouru à leur formation, et que M. Elie de Beaumont, en prenant une moyenne entre ces directions, avait eu pour but d'éliminer les autres composantes. En admettant un écart de plus de 9° d'un côté de la moyenne, il faut nécessairement en admettre un pareil de l'autre côté : deux lignes faisant entre elles un angle de plus de 9°, seraient donc,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pour M. Raulin, deux systèmes parallèles. A-t-il bien réfléchi à ce qu'était un angle de plus de 18°? a-t-il fait attention qu'en les prolongeant d'un quart de cercle, ces deux directions, identiques selon lui, seraient écartées l'une de l'autre de plus de 450 lieues?

Le seul fait nouveau que cite M. Raulin à l'appui de ses conclusions est la situation des arkoses au puy de Corent; c'est précisément celui que nous avions cité comme se trouvant entièrement en contradiction avec ses conclusions; et en effet, ce point étant celui qui se trouve le plus rapproché de l'axe et du centre du prétendu soulèvement, les arkoses devraient s'y montrer plus élevées que partout ailleurs, tandis qu'elles sont à plus de 40 mètres au-dessous de celles de Mont-Peyrou, placé plus au S., et à plus de 200 mètres au-dessous de celles du Puy de Chateix, situé au N.-O., près de Clermont.

Quant aux terrains tertiaires de Paulhaguet et d'Autrac, dont M. Raulin veut faire des bassins particuliers, nous ne répéterons pas les raisons que nous avons déjà données; nous ferons remarquer seulement qu'on a tout lieu d'être surpris qu'il mette à part les deux points où la position des couches tertiaires s'oppose à sa manière de voir; tandis qu'il réunit aux autres terrains de la Limagne celui de Brioude, qui s'en trouve séparé par le gneiss comme le sont ceux de Paulhaguet et d'Autrac, mais où la position des couches semble moins opposée à son hypothèse.

Enfin, nous dirons que le village de Chavagnac, que M. Raulin n'a pu trouver sur la carte de Cassini, est indiqué non seulement sur cette carte, mais sur d'autres d'une échelle plus petite, et qu'il se trouve à 22 kilomètres au S.-S.-E. de Brioude, sur une colline de gneiss au bas de laquelle se montre le terrain tertiaire.

En résumé, la réponse de M. Raulin n'ayant produit aucun fait en opposition avec ce que nous avions précédemment établi, nous continuons à regarder ses conclusions comme *incomplètes* et *inexactes:* incomplètes, parce que des *à-peu-près* n'ont rien de précis; inexactes, parce que tous les faits que présente le terrain tertiaire de la Limagne sont en contradiction avec l'hypothèse d'un relèvement général de ce terrain autour du Puy-de-Barneyre comme centre.

M. Raulin commence une réponse à cette note, réponse qu'il continuera dans l'une des prochaines séances.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. de Wegmann, vice-secrétaire, lit pour M. Alc. d'Orbigny la réponse suivante à une note de M. Deshayes, lue dans la dernière séance.

M. Deshayes et nous avons pris, dans la science, deux directions d'études assez opposées pour devoir influer toujours sur la manière dont nous envisageons chaque question et nous faire souvent différer d'opinion sur un même sujet. M. Deshayes s'est habitué aux idées des auteurs de conchyliologie, et particulièrement à celles de Lamarck, qu'il a toujours suivies, s'en écartant à peine pour quelques faits trop saillants introduits dans la science par des zoologistes voyageurs.

Notre carrière, jusqu'à présent, n'a été au contraire qu'une série d'études faites sous tous les climats sur la nature elle-même. Il en est résulté que, loin d'admettre de confiance dans nos travaux les principes tels que nous les trouvions établis, nous avons voulu reprendre toutes les questions et les discuter avec soin. C'est ainsi que, sans nous attacher exclusivement à aucune des méthodes admises, mais adoptant tout ce qui nous paraissait exact chez les auteurs, nous n'avons pas craint d'apporter à leurs vues de nombreuses modifications lorsqu'elles nous paraissaient nécessaires à l'avancement de la science. En entrant ainsi dans une voie nouvelle, nous étions certain d'avance d'avoir à subir la critique des hommes qui ont pu se faire une habitude de considérer les choses telles qu'ils les avaient apprises dans les livres, et qui, pour entrer dans nos vues, auraient à sacrifier leurs idées. Cette prévision ne nous a pas effrayé; nous avons persisté et persisterons toujours à proposer avec confiance les réformes dont la nécessité nous sera démontrée, sans rien changer à la forme analytique que nous avons imprimée à nos travaux.

En résumé, d'après sa note, M. Deshayes paraît ne vouloir abandonner aucun des principes fondamentaux posés avant lui dans la science conchyliologique. Nous croyons, au contraire, et avec connaissance de cause, que, dans la malacologie encore au berceau, ces principes sont loin d'être irrévocablement fixés; qu'il convient, dans un moment où rien n'est stationnaire, où tout s'élance rapidement vers le progrès, de chercher de nouvelles bases de classification, et surtout de nouvelles applications utiles à la géologie, à cette science à laquelle chacun de nous apporte ici son tribut de travail.

De tout ce qui précède il résulte que, professant, M. Deshayes

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et nous, des doctrines diamétralement opposées, il est tout naturel que nous différions complétement d'opinion sur la manière d'envisager une question.

Passons maintenant à l'examen de la communication de M. Deshayes.

Ce conchyliologiste a été surpris, dit-il, de notre note publiée au mois d'avril dernier; cependant il est resté huit mois sans y répondre. Ce retard pourrait faire croire que M. Deshayes va partir du même point que nous et s'avancer sur le même terrain : aussi avons-nous été surpris à notre tour de le voir opposer à une question fort simple de zoologie et d'application géologique une proposition anatomique contraire à toutes les idées reçues.

M. Deshayes se plaint de l'extension qu'il est obligé de donner à sa critique pour réfuter une note de quelques feuillets. Il est vrai que nous dégageons toujours nos écrits des développements devenus vulgaires, en cherchant à les rendre substantiels et concis en proportion. Il s'agissait seulement dans cette note, placée en tête des Acéphales de notre *Paléontologie française*, de faire connaître en quelques mots les motifs qui nous portaient à préférer, dans la *représentation des acéphales* et dans leur *description zoologique*, leur position naturelle, leur station normale, aux positions de convention données à ces mêmes êtres dans les méthodes. Si M. Deshayes avait bien compris le but de notre note, il n'y aurait pas cherché de l'anatomie, et se serait convaincu que peu nous importait le motif qui avait déterminé tel auteur à placer les mollusques dans telle ou telle position conventionnelle. Nous avons voulu seulement signaler le fait pour montrer la divergence de système qui existait à cet égard. Nous avons dit que Linné et Lamarck plaçaient également les coquilles *sur les crochets*. C'est un fait que M. Deshayes ne peut changer, et que lui-même répète dans sa critique.

Si les principes de la science sont aussi irrévocablement fixés que l'assure M. Deshayes, pourquoi Linné, Lamarck, M. de Blainville et M. Deshayes lui-même ont-ils des manières si différentes de représenter les bivalves? En effet, comparée à la station normale d'une Pholade, d'un Solen, par exemple, la position d'une bivalve sur les crochets, donnée par Linné et Lamarck, forme avec elle un angle de 90°. La position adoptée par M de Blainville (les crochets en haut) est également à 90°; mais celle de M. Deshayes (les crochets de côté, les tubes en bas) est à 180° de la station normale.

M. Deshayes oublie que, dans notre note, nous n'avons pas

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

voulu donner à la Société une leçon d'anatomie comparée théorique, mais bien parler de la *station normale des bivalves, de la manière la plus convenable de les représenter*, en fournissant aux géologues de nouveaux points de comparaison. Nous ne devions donc pas être renvoyés, à ce propos, aux éléments de physiologie théorique, dont nous n'avions pas à nous préoccuper, ce semble, dans une question d'application géologique.

Voyons maintenant si, comme le dit M. Deshayes, nous sommes le seul à représenter les êtres dans leur station normale. Commençons par les mammifères. Les mammifères présentent, comme tout le monde le sait, deux stations normales distinctes. L'homme a son grand axe longitudinal vertical ; les autres mammifères l'ont au contraire horizontal. Nous demandons à M. Deshayes si, pour cela, dans les planches d'anatomie comparée de Cuvier et de M. de Blainville, ces deux savants n'ont pas toujours représenté un homme verticalement, et les autres mammifères dans leur position normale horizontale. On ne peut donc supposer que M. Deshayes, si instruit en conchyliologie, n'ait jamais ouvert les inappréciables publications des Cuvier et des Blainville, ou qu'il ne soit jamais entré dans le cabinet d'anatomie comparée du Muséum, où toutes les préparations d'animaux entiers, tous les squelettes, soit d'animaux actuellement vivants, soit d'animaux fossiles restaurés, sont invariablement dans leur station normale.

Les oiseaux, soit dans les planches des traités d'anatomie, soit dans les collections anatomiques, ont toujours été placés également dans leur position normale; s'il n'en était pas ainsi, l'œil est trop habitué à les voir sur leurs deux pattes pour ne devoir pas s'étonner de les trouver autrement.

Les reptiles aussi n'ont-ils pas toujours été représentés dans leur posture habituelle? Les poissons, les insectes et les crustacés ne se trouvent-ils pas dans le même cas? L'auteur de la critique paraît avoir confondu deux choses distinctes. Si dans une comparaison théorique d'anatomie, on place, par la pensée, tous les animaux dans une position analogue, afin d'en saisir les rapports et les différences, il n'en est pas moins vrai que tous ces animaux, dans les planches qui les représentent et dans les collections anatomiques et zoologiques, sont dans leur position normale la plus habituelle, la seule qu'on puisse naturellement admettre en zoologie.

Mais pourquoi, depuis les travaux les plus anciens, les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les poissons ont-ils toujours été représentés ainsi? C'est que l'habitude de les voir près de nous a con-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sacré pour chacun d'eux cette position naturelle. Si, au contraire, les animaux mollusques ont été figurés d'après le caprice des auteurs, ou suivant des systèmes basés sur des caractères purement anatomiques, c'est que cette même station, loin d'être connue de tout le monde, était, malgré les travaux de Réaumur et d'Adanson, généralement ignorée, excepté sur le littoral des mers trop rarement visité par les conchyliologistes. La science, devant être régie par des lois générales, il était indispensable, pour rétablir l'uniformité dans la représentation des êtres, de leur restituer leur position normale déjà figurée dans Adanson, le malacologiste observateur par excellence. Ce n'est donc point pour introduire une exception arbitraire aux principes que nous proposons de représenter les mollusques bivalves dans leur position normale, mais bien pour placer cette série animale dans les mêmes conditions que les autres êtres mieux connus. Nous le faisons encore dans un but d'application, afin que le géologue en voyant nos figures, et en les comparant aux bivalves contenues dans les couches terrestres, puisse s'assurer immédiatement si ces bivalves ont vécu sur place ou si elles ont éprouvé des dérangements.

M. Deshayes croit à tort que nous n'avons pas lu ses ouvrages. S'il en était ainsi, nous n'aurions pas imprimé dans notre note que, se basant sur des *caractères anatomiques* (et non *zoologiques des animaux*, comme il nous le fait dire), il donnait dans les planches de son *Traité élémentaire de conchyliologie* une position inverse de la station normale, absolument comme si l'on représentait un homme les pieds en l'air. Ce que nous avons dit, nous le répétons, et tout le monde peut s'en assurer en jetant les yeux sur les planches de cet ouvrage, et les comparant aux planches 237 et 238 des terrains crétacés de notre Paléontologie, ou bien aux planches d'Adanson, aux descriptions de Réaumur et à la zoomorphose de Dargenville, article *Came* (*Mya*), *Manche de couteau*, *Solen*, etc., etc. M. Deshayes voudrait en vain établir que nous avons eu l'intention de traiter un point d'anatomie, tandis que, nous le répétons, nous ne nous sommes occupé que de la *station normale* des bivalves et de l'*application de cette même station à la géologie*.

Il nous paraît encore se tromper lorsqu'il prétend qu'il n'y a pas de contradiction entre sa manière de représenter une coquille bivalve et celle qu'emploie M. de Blainville. Il suffit, en effet, de comparer la troisième planche de la Malacologie de M. de Blainville, à laquelle M. Deshayes nous renvoie, avec les planches du Traité élémentaire de ce dernier, pour s'assurer qu'il y a 90 de-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

grés de différence entre ces auteurs dans la manière de représenter une coquille bivalve, tandis que le côté antérieur reste le même pour l'un et pour l'autre. Il suffira également de regarder cette même planche de M. de Blainville pour s'assurer que ce savant a dit, comme nous, que Linné et Lamarck plaçaient les coquilles sur les crochets. On y pourra lire aussi, imprimé en toutes lettres, *position normale*, et non position de convention, ainsi que paraît le croire M. Deshayes.

M. Deshayes dit que la manière dont nous plaçons un mollusque bivalve dérange toutes les méthodes en contrariant les noms d'*antérieur* et de *postérieur* donnés par les auteurs. Mais dans notre *Paléontologie française*, t. III, p. 11, nous remplaçons ces dénominations vagues et fautives, employées avant nous, par des dénominations anatomiques. Le côté de la bouche étant en bas dans la position normale d'une bivalve symétrique, il était contraire à cette position de l'appeler *côté antérieur;* nous l'avons nommé *côté buccal.* Le côté des siphons et de l'anus étant toujours en haut, dans la position naturelle, il convenait peu de le nommer *côté postérieur;* nous le désignons sous la dénomination de *côté anal.* Le côté des crochets étant latéral dans la station normale, le nom de *côté supérieur* n'était plus admissible, nous l'appelons *côté cardinal,* parce que la charnière y est toujours. Enfin, le côté où s'ouvrent les valves étant également latéral dans la station normale verticale, nous avons dû changer le terme de *côté inférieur* en celui de *côté palléal*, les lobes du manteau s'ouvrant toujours sur cette partie. Pour qu'il n'y ait point d'incertitude, nous avons accompagné cette nouvelle manière toute rationnelle d'envisager une coquille bivalve de planches explicatives qui répondent d'avance à toutes les objections. Cette nouvelle terminologie a l'immense avantage de s'appliquer aux diverses stations des bivalves symétriques et non symétriques, et à toutes les positions systématiques à la fois, tandis que l'ancienne n'était admissible que dans le cas d'une position uniforme, et dès lors purement de convention. Après trente années d'études sur la nature elle-même, nous sommes assez en fonds d'observations pour ne jamais annoncer un fait sans y avoir mûrement réfléchi et nous croire en état de l'appuyer. Si la nature des ouvrages que nous publions nous défend quelquefois de leur donner de l'extension, nous tenons en réserve tous moyens de défense contre les attaques dont nos assertions pourraient être l'objet.

M. Deshayes regrette de voir dans notre Paléontologie, destinée aux géologues, représenter les coquilles bivalves fossiles dans

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

leur position normale, afin de mettre ces géologues à portée de reconnaître à la première vue si ces coquilles sont dans leur état normal au sein des couches. Il trouve beaucoup plus convenable que le géologue possesseur du *Traité de conchyliologie appliqué à la géognosie* soit obligé de se dire en voyant les figures de cet ouvrage : Ces coquilles sont placées anatomiquement, je ne puis pas m'en servir comme application. Dès lors, il devra chercher naturellement les renseignements dont il a besoin dans les généralités sur les conchifères de ce même traité ; mais il ne les y trouvera pas; du moins n'en avons-nous pu rencontrer de traces jusqu'à présent.

Fidèle à son principe de renvoyer les géologues aux ouvrages d'anatomie, lorsqu'ils voudront connaître la position normale des mollusques, M. Deshayes trouve déplacé que nous reproduisions dans notre Paléontologie des faits en rapport avec les faits publiés par Réaumur, que nous les généralisions et que nous nous en servions comme application. M. Deshayes oublie que nous avons habité pendant de longues années la ville des Réaumur et des Fleuriau de Bellevue, que nous y avons fait nos premières observations sur les mollusques, Réaumur à la main, dans la compagnie de M. Fleuriau de Bellevue lui-même ; et notre accord avec Réaumur, avec Adanson et les autres observateurs qui ont étudié les mollusques dans la nature est la meilleure preuve que nous puissions présenter de l'exactitude de notre travail et de la fausse direction donnée par M. Deshayes à sa critique.

Ce conchyliologiste prétend que les mollusques, loin d'avoir la station normale verticale, affectent indifféremment toutes les positions; et, pour le prouver, il cite les genres *Pholas*, *Lithodomus*, *Saxicava*, *Clavagella*, *Teredo*, *Petricola*, *Gastrochæna*, dont les trous, dans l'intérieur des pierres, ne sont pas verticaux, mais bien obliques ou dans toutes les directions. Qu'on me permette ici une comparaison vulgaire. Tout le monde sait que les arbres, dans leur état normal, croissent verticalement; s'ensuit-il qu'il fallût dire que les arbres suivent toutes les directions, parce que, gêné dans son accroissement, tel sujet a poussé entre des rochers par exemple, et se sera étendu horizontalement? Ce serait mettre l'exception à la place de la règle, et personne ne croirait pouvoir en conclure que la position normale des arbres et des végétaux en général ne fût pas verticale. Si M. Deshayes avait examiné de plus près les mollusques dans leur manière de vivre, et s'il avait réfléchi aux possibilités locales qui influent souvent sur la position d'un être fixé pendant toute sa vie sur un point

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

qu'il ne peut quitter, il aurait facilement reconnu que les Pholades, qui, sur une plage maritime horizontale, percent un banc de calcaire en place ou un banc d'argile durcie, comme on peut le voir sur toutes les côtes calcaires de France, sont toutes dans une position verticale, de même que les arbres d'une plaine unie s'élèvent verticalement vers le ciel. Qu'arrivera-t-il si, au contraire, les jeunes coquilles perforantes naissent sur la paroi verticale d'un bloc de pierre? Alors, ne pouvant plus pénétrer verticalement, elles s'enfoncent obliquement dans cette pierre, comme l'arbre gêné entre les rochers d'un coteau pousse de côté lorsqu'il ne peut s'élever directement. Si encore, au lieu de se trouver sur une grosse masse de rochers, les Pholades et les autres genres cités percent une pierre isolée de moyenne taille, il arrivera que, dérangée par la lame ou retournée par les pêcheurs qui veulent chercher dessous les crabes ou des coquillages, cette pierre sera percée dans toutes les directions, suivant la partie qui se sera trouvée en dessus, lors de l'action des Pholades. On conçoit qu'un être fixe soit obligé de vivre partout où il est placé accidentellement. Nous avons néanmoins toujours vu que les Pholades qui se trouvent dans une pierre retournée meurent bientôt, circonstance qui prouve jusqu'à l'évidence que la station normale verticale ou presque verticale, les tubes en haut, est indispensable à leur existence.

Il résulte de ce qui précède qu'il faut, en zoologie comme en toutes choses, envisager chaque question sous son point de vue général, en se rendant compte des causes accidentelles qui amènent les exceptions. C'est en procédant ainsi que l'observation minutieuse ramènera vers la vérité.

Ce que nous venons de dire relativement aux coquilles perforantes s'applique, en général, à toutes les coquilles bivalves privées de la locomotion et obligées de vivre partout où le hasard les fait naître. Quant à l'observation sur la Clavagelle de M. Caillaud, mentionnée par M. Deshayes, elle prouve, au contraire, en faveur de ce que nous venons d'avancer. En effet, si la Clavagelle qui s'est probablement fixée jeune à la paroi verticale d'une roche, n'a pu y pénétrer autrement que de côté, pourquoi retourne-t-elle son tube de manière à le rendre vertical, si ce n'est pas pour chercher la position normale?

M. Deshayes convient pourtant que les *Vénus*, les *Tellines*, les *Donaces*, les *Mactres*, les *Pinna*, et peut-être les *Nucules*, ont, comme nous l'avons dit, une position verticale, mais il la refuse à divers autres genres, pour lesquels il adopte des opinions diffé-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rentes des siennes propres. Il aurait dû, d'après Réaumur et Adanson, joindre à la première série les genres *Solen, Mya, Lutraria, Cardium,* etc., etc., et les genres qui se rapprochent zoologiquement de ceux-ci et des autres. Ainsi, malgré sa répugnance, les faits que nous avons annoncés se trouveraient généralisés sans que nous ayons besoin de les défendre.

En dernière analyse, M. Deshayes croit, en partant de son principe conservateur des idées admises par lui en conchyliologie, que, loin d'adopter pour les animaux mollusques bivalves la position normale dans leur représentation, il serait plus logique, d'après leur grande diversité de station habituelle, de les ramener tous à une position unique purement de convention. Cette méthode est, à la vérité, plus facile à suivre dans le cabinet et demande moins d'études locales. M. Deshayes pourrait faire penser, par cette doctrine, qu'il n'a pas voulu étendre ses généralités en dehors de la conchyliologie; car s'il avait jeté les yeux sur la zoologie tout entière, il aurait vu, comme nous l'avons souvent dit, que l'on a, au contraire, toujours donné aux êtres leur position habituelle, en plaçant, par exemple, un homme verticalement, les autres mammifères et les poissons horizontalement, etc., etc., et qu'on n'a jamais retourné un échinide pour appeler côté supérieur le côté de la bouche, ainsi que M. Deshayes le voudrait faire pour les coquilles. Nous croyons donc avoir rétabli cette uniformité dans la science, en général, en proposant de représenter les mollusques dans leur station normale. Nous croyons encore avoir rendu service au géologue en lui donnant des points de comparaison positifs.

Ces motifs nous paraissent assez importants pour justifier notre manière de voir et la ténacité que nous mettons à la défendre. Que pour rendre plus méthodique l'étude de l'organisation, pour suivre dans leur complication progressive les éléments de l'animalité, on convienne de certaines règles générales, peu importe que ces règles soient de convention, si leur application facilite l'intelligence des faits: l'anatomie comparée se base sur ces règles, et nous n'avons garde d'en proposer la réforme; mais il ne s'ensuit pas qu'on ne puisse étudier les êtres autrement qu'en les supposant couchés sur la table de dissection, et qu'il faille appeler l'abstraction à son aide chaque fois qu'on se propose de les figurer ou de les décrire.

M. d'Archiac remplace M. Alc. d'Orbigny au fauteuil, et une discussion s'engage sur cette lecture entre ce dernier et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Deshayes, qui déclare qu'il répondra par écrit lorsque la note de M. d'Orbigny aura été imprimée

M. Constant Prevost propose d'une manière générale, que la commission de publication du *Bulletin* ne laisse imprimer aucun mémoire sans en avoir auparavant fait disparaître tout ce qui peut être étranger à l'intérêt de la science.

Cette proposition, conforme à l'usage généralement suivi par la commission de publication du *Bulletin*, est adoptée à l'unanimité.

Séance du 8 janvier 1844.

PRÉSIDENCE DE M. ALCIDE D'ORBIGNY D'ABORD, PUIS DE M. D'ARCHIAC.

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

M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

Schmitt (Henry), agent-voyer en chef du département des Deux-Sèvres, à Niort, présenté par MM. Auzanneau et F. Garran.

Tallavignes (Auguste), étudiant, rue du Collége-Royal, 14, à Toulouse, présenté par MM. Leymerie et Vènes.

Grange, médecin de la marine, rue Pavée-Saint-André-des-Arcs, 75, à Paris, présenté par MM. Ch. d'Orbigny et Rivière.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part du ministre de la Justice, le *Journal des Savants*, n° de décembre 1843.

De la part de M. le docteur Jules Teissier-Rolland, ses *Études sur les divers moyens de procurer des eaux à la ville de Nîmes*, 2e partie; in-8°, 43 pages, 1 carte; Nîmes, 1843.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

De la part de M. Alcide d'Orbigny, sa *Paléontologie française*, livraisons 18 des *Terrains jurassiques;* 73, 74 des *Terrains crétacés*, tome IV.

De la part de M. Ch. d'Orbigny, la 42e livraison du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dont il dirige la publication.

De la part de M. Pissis, sa *Notice sur le basalte de La Roche, et les phénomènes qui ont accompagné son apparition.* In-8°, 11 pages, 1 planche; le Puy, 1835.

De la part de M. H. Michelin, son *Iconographie zoophytologique*, 9e livraison.

De la part de M. D. Baudin, l'*Atlas faisant partie de la Statistique minérale du département du Cantal.* In-4°, 15 pl.; Clermont-Ferrand, 1843.

La Société reçoit en outre les publications suivantes:

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1843, 2e semestre (t. XVII, nos 25, 26), et 1844, 1er semestre (t. XVIII, n° 1).

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, nos 81, 82.

Mémoires de l'Académie royale de Metz, XXIVe année, 1842-1843, 1re et 2e parties.

Annales scientifiques de l'Auvergne, sous la direction de M. H. Lecoq; tome XVI, janvier — avril 1843.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire, nos 5 et 6; 14e année (septembre — décembre 1843).

Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg. VIe série, sciences mathématiques, physiques et naturelles, tom. VII. Seconde partie: sciences naturelles, tom. V, 1re et 2e livraisons. Saint-Pétersbourg, 1843.

Mémoires présentés à l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg par divers savants, et lus dans ses assemblées; tom. IV, 5e livraison. Saint-Pétersbourg, 1843.

Recueil des actes des séances publiques de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, tenues le 31 décembre 1841 et le 30 décembre 1842.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, tom. X, 1re partie.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Communication, etc. (Communication du gouverneur, relative à l'exploration géologique de l'État de New-York), nos 200, février 1838; 275, février 1839; 50, janvier 1840; 150, février 1841.

Annual reports, etc. (Rapports annuels des régents de l'Université de l'État de New-York, faits à la législature dans les mois de mars 1840, 1841, 1842, 1843).

Arsberœttelse, etc. (Rapports généraux sur les progrès de la chimie et de la minéralogie, présentés les 31 mars 1841, 1842, 1843, à l'Académie royale des sciences de Stockholm, par M. Berzélius. 3 vol. in-8°.

Arsberœttelse, etc. (Rapport sur les progrès de la technologie), présenté le 31 mars 1841 à l'Académie royale des sciences de Stockholm par G.-E. Pasch. In-8°, 77 pages.

Arsberœttelse, etc. (Rapport sur les progrès de la zoologie dans les années 1840 — 1842), présenté à l'Académie royale des sciences de Stockholm par M. Boheman en 1843. In-8°, 150 pages.

Berœttelse, etc. (Rapports sur les progrès de l'astronomie dans les années 1837—1841), présentés à l'Académie royale des sciences de Stockholm par M. Selander. In-8°, 134 pag.

Kongl Vetenskaps-Academiens, etc. (Mémoires de l'Académie royale des sciences de Stockholm), pour l'année 1841. In-8°, 264 pages, 2 planches.

Sur les sables aurifères en Russie, par M. Kapnunckazo, (ouvrage écrit en langue russe). In-8°, 453 pages, 20 pl.

L'Institut, nos 521, 522, 523.

L'Écho du Monde savant, nos 49, 50, 51, Xe année, et no 1 de la XIe année.

L'Athenæum, nos 843,844, 845.

The Mining journal, nos 435, 436, 437.

Enfin la Société reçoit de M. Eug. Robert, une *Vue représentant l'attérage et les côtes occidentales du Spitzberg*, no 1, et une *Vue des côtes occidentales du Spitzberg*, no 2.

M. le marquis de Roys, archiviste sortant, dépose sur le bureau l'état de situation des archives, avec les pièces à l'appui de sa gestion.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Il présente également le catalogue de la collection géologique du bassin de Paris et des autres collections particulières placées sous sa direction qui se rapportent à ce bassin. A la fin est une table par ordre alphabétique des fossiles compris dans ces collections, avec l'indication de leur classement.

Le secrétaire donne lecture d'une décision du conseil, relative à diverses modifications à introduire dans la prochaine édition du règlement administratif.

La discussion et le vote sur cette décision sont renvoyés à une autre séance, pour laquelle les membres résidants devront être spécialement convoqués.

Les nominations, faites par le conseil, de diverses commissions pour l'année 1844, sont adoptées par la Société.

Ces commissions sont composées de la manière suivante :

1° *Commission de comptabilité*, chargée de vérifier la gestion du trésorier : MM. DELAFOSSE, CLÉMENT-MULLET, WALFERDIN.

2° *Commission des archives*, chargée de vérifier la gestion de l'archiviste : MM. DE PINTEVILLE, DESNOYERS, FAUVERGE.

3° *Commission de publication du* Bulletin : MM. D'ARCHIAC, DE VERNEUIL, DE WEGMANN.

4° *Commission d'impression des Mémoires :* MM. RAULIN, THIRRIA, LEBLANC.

On procède ensuite à l'élection du président pour l'année 1844.

Avant le dépouillement du scrutin, le secrétaire fait connaître à la Société que sur les 129 suffrages envoyés, 27 sont collectifs, savoir : 2 portant six signatures chacun, 1 en portant quatre, 1 en portant trois, et 4 en portant deux.

La Société, après délibération, décide que ces votes seront annulés.

M. D'ARCHIAC est élu président pour l'année 1844, et remplace au fauteuil M. A. d'Orbigny.

On passe ensuite au remplacement des divers fonctionnaires sortants ou décédés.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Sont élus :

Vice-présidents, MM. ÉLIE DE BEAUMONT, DESHAYES, DE BONNARD, ALCIDE D'ORBIGNY.

Archiviste, M. CLÉMENT-MULLET.

Membres du conseil, MM. CONSTANT PREVOST, WALFERDIN, DE VERNEUIL, le marquis DE ROYS, CHARLES D'ORBIGNY, DUPERREY.

Les élections étant terminées, le bureau se trouve ainsi composé pour l'année 1844 :

Président.

M. le vicomte D'ARCHIAC DE SAINT-SIMON.

Vice-présidents.

M. ÉLIE DE BEAUMONT.	M. DE BONNARD.
M. DESHAYES.	M. Alcide D'ORBIGNY.

Secrétaires.	*Vice-secrétaires.*
M. ANGELOT.	M. RAULIN.
M. DE PINTEVILLE pr l'étranger.	M. DE WEGMANN.

Trésorier.	*Archiviste.*
M. Auguste VIQUESNEL.	M. CLÉMENT-MULLET.

Membres du Conseil.

M. A. PASSY.	M. Constant PREVOST.
M. CORDIER.	M. WALFERDIN.
M. DUFRÉNOY.	M. DE VERNEUIL.
M. ROZET.	M. le marquis DE ROYS.
M. J. DESNOYERS.	M. Charles D'ORBIGNY.
M. LEBLANC.	M. DUPERREY.

Séance du 15 *janvier* 1844.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

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

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1844, 1er semestre (t. XVIII, n° 2).

L'Institut, n° 525.

L'Écho du Monde savant, table du 2e semestre 1843, et nos 3 et 4 du 1er semestre 1844.

The Athenæum, nos 846, 847.

The Mining Journal, n° 438.

M. Eugène Robert écrit pour demander l'insertion, dans les *Mémoires de la Société*, d'observations relatives aux sciences géologiques, faites par lui dans le bassin tertiaire de Paris. Cette lettre est renvoyée au Conseil.

M. Angelot, secrétaire, donne lecture de la note suivante, adressée de Grenoble, le 2 décembre 1843 :

Réponse à une note de M. Coquand sur l'origine des Spilites du Dauphiné, par M. Scipion Gras.

Dans une note imprimée dans le *Bulletin de la Société géologique* (tome XIII, page 408), M. Coquand persiste à soutenir que les spilites du Dauphiné n'ont pas l'origine métamorphique que je leur ai attribuée, et il annonce qu'il a trouvé à l'appui de son opinion des preuves sans réplique. On croirait, d'après cette assertion, que M. Coquand a étudié avec soin les gîtes de spilite dont il s'agit, et qu'il a reconnu sur les lieux que mes observations étaient inexactes, ou que j'en avais tiré de fausses conclusions; mais ce n'est point du tout la marche qui a été suivie par ce géologue : il n'attaque en aucune manière mes observations; et, en effet, il ne connaît pas les spilites du Dauphiné, ou bien il les connaît très mal, ainsi que le prouvent les détails complétement erronés qu'il a publiés sur les schistes spilitiques du Villard-d'Arène. C'est à l'Esterel, dans le Var, que M. Coquand est allé chercher ses arguments; il a trouvé dans cette localité des spilites qui lui ont présenté tous les caractères d'une roche plutonique; il en a conclu que tel avait été aussi le mode de formation de certaines roches du même genre qui existent dans le Dauphiné, quoique, sous

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

le rapport du gisement, ces dernières n'aient pas le moindre rapport avec celles du département du Var. Une pareille manière de raisonner ne me paraît prouver qu'une chose, c'est la conviction où est M. Coquand que lorsqu'une roche cristalline a été trouvée quelque part plutonique, on ne peut se dispenser d'assigner une origine semblable à toutes les roches qui portent le même nom, quels que soient d'ailleurs les lieux où on les rencontre et les circonstances particulières de leur gisement. Il n'est pas nécessaire d'être très versé en géologie pour reconnaître qu'une pareille proposition est fausse. Le diorite et l'amphibolite constituent dans beaucoup de localités des filons qui sont le résultat d'un épanchement. Ailleurs, au contraire, particulièrement dans les Alpes du département de l'Isère, ces mêmes roches sont parfaitement stratifiées et sont même à l'état schisteux; on les voit alterner à plusieurs reprises avec les gneiss, dont ils ne paraissent être qu'une variété (l'amphibole remplaçant accidentellement le mica ou le talc). La même observation s'applique à l'euphotide, que l'on trouve également subordonnée au terrain de gneiss talque IX des Alpes. Tout le monde sait que des bancs de gneiss peuvent prendre une structure granitique telle qu'il soit impossible de distinguer des échantillons de ce granit gneissique de tel autre granit plutonique. M. Gruner, dans son Mémoire sur les terrains de transition de la Loire, cite des roches qu'on ne saurait distinguer des porphyres par leurs caractères extérieurs, et qui cependant ne sont que des grès altérés (1). M. de La Bèche, dans son *Manuel géologique*, fait mention, d'après Macculloch, de gîtes de serpentine et d'euphotide qui sont stratifiés en Écosse, et dans l'énumération des roches pouvant faire partie des terrains stratifiés non fossilifères, il place sur une même ligne les gneiss, les schistes micacés et talqueux, les serpentines, les euphotides, les amphibolites, les eurites, etc. Ces exemples sont suffisants pour montrer que des roches auxquelles les géologues s'accordent à donner le même nom peuvent, dans certains cas, être d'origine plutonique, et, dans d'autres, avoir été produites par le métamorphisme.

M. Coquand serait mal fondé à soutenir que ce n'est qu'aujourd'hui que j'adopte ce principe, et que jusqu'à présent j'avais prétendu que tous les spilites du monde étaient nécessairement le résultat d'un métamorphisme. Loin d'avoir émis une pareille opinion, j'ai dit tout le contraire à la fin de ma notice sur les spilites du Villard-d'Arène (tome XIII du *Bulletin de la Société géolo-*

(1) *Annales des Mines*, 3e série, tome XIX, page 100.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

gique, page 96). On y lit que la considération de la nature minéralogique d'un terrain n'est pas suffisante pour décider du mode de formation des spilites qui s'y trouvent renfermés, et que, pour savoir si ces roches sont de nature plutonique ou métamorphique, il faut avoir égard uniquement aux circonstances du gisement. Je ne pouvais m'exprimer en termes plus clairs. L'argument que M. Coquand croyait sans réplique tombe donc de lui-même.

La note à laquelle je réponds donne lieu à une autre remarque. Les roches spilitiques y sont désignées indifféremment sous les noms de *spilite* et de *mélaphyre*, comme si ces deux expressions étaient synonymes. Je crois devoir réclamer contre une pareille confusion de langage qui ne tend qu'à embrouiller la science, et qui semble prouver que l'auteur lui-même n'avait pas une idée bien nette des roches dont il a voulu parler. Tous les géologues considèrent le mélaphyre comme une variété du porphyre, et il existe entre les roches appelées porphyres et les spilites des différences caractéristiques assez grandes pour qu'il ne soit pas permis de les confondre.

J'ajouterai, en terminant ces observations, que mon opinion sur les spilites du Dauphiné est partagée par plusieurs géologues distingués. M. Rozet, qui a visité récemment les lieux, n'a pas hésité à les considérer comme des calcaires altérés (*Bulletin*, tome XIV, page 564). M. Elie de Beaumont, qui a étudié dans tous leurs détails les Alpes dauphinoises, m'a fait l'honneur de m'écrire que l'origine métamorphique des spilites de ce pays lui paraissait probable. Je suis persuadé que tous les observateurs qui visiteront les lieux sans avoir un parti pris d'avance sur cette question, se rangeront à cet avis.

M. Rozet fait sur cette note de M. Scipion Gras quelques observations qu'il reproduira plus tard.

Sur la proposition de M. le président, M. Rozet se charge de présenter à la Société un aperçu des nombreux et intéressants travaux géologiques de M. Puillon-Boblaye, que la Société a eu le malheur de perdre à la fin de l'année qui vient de s'écouler.

Sur la demande de M. de Pinteville, secrétaire pour l'étranger, un Mémoire considérable de M. Boué *sur la géologie du globe terrestre*, qui doit être accompagné de cartes géologiques, dont 3 seulement jusqu'à ce jour sont parvenues

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à la Société, est renvoyé pour la lecture à son tour d'inscription.

M. Viquesnel, trésorier, présente à la Société le compte des recettes et dépenses pour l'année 1843, et dépose sur le bureau, pour être renvoyé au conseil, le budget de 1844.

M. de Pinteville lit la note suivante :

Le terrain de transition des Pyrénées, quoiqu'il présente, en s'étendant sur toute la longueur de la chaîne, un développement considérable, n'offre cependant qu'un petit nombre de localités à fossiles. Celle où j'ai recueilli les échantillons que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société n'ayant pas encore été signalée, au moins à ma connaissance, il m'a semblé qu'il pouvait ne pas être inutile d'en indiquer l'existence. Elle se trouve auprès de Gèdre, Hautes-Pyrénées, au N. de ce village, entre le gave de Héas et celui de Pragnère, non loin du point nommé *Plaine de Brada* sur la carte de Cassini. Pour y arriver, en partant de Gèdre, il faut monter pendant environ deux heures.

La roche qui renferme ces fossiles est un calcaire très dur d'un gris bleuâtre, un peu schisteux. Ses débris consistent le plus souvent en plaquettes, dont la surface, longtemps exposée aux influences atmosphériques, devient rougeâtre. Ces calcaires alternent avec des schistes. Les corps organisés se présentent dans plusieurs couches : une seule est parfaitement visible, parce qu'elle fait partie d'un escarpement de rochers qui hérisse en cet endroit la montagne; les autres, au contraire, sont cachées sous la terre végétale qui en couvre les pentes. Les strates sont fortement relevés, presque verticaux, offrant néanmoins une légère obliquité. La direction est N.-O.-S.-E. Ces fossiles, fortement comprimés, n'offrent à l'œil que des formes considérablement altérées, et qu'il est impossible de rapporter positivement à des types connus. Néanmoins, M. de Verneuil, qui a eu l'obligeance de les examiner, y a distingué avec doute le *Leptena depressa*, avec plus de doute encore le *Terebratula prisca* et un Orthis. L'Orthis et la Térébratule ne sont peut-être que des *Leptena* déformés. Il y a en outre deux bivalves à côtés inégaux, qui semblent d'espèces différentes, probablement des Nucules; plus une Encrine, peut-être le *Cyathocrinites pinnatus*, Rœmer; enfin des Polypiers très abondants, qui paraissent appartenir à une seule espèce.

Il est à croire qu'en se livrant à de nouvelles et plus actives recherches dans l'endroit que je viens de citer, on parviendrait à

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

découvrir des individus mieux conservés, d'après lesquels on pourrait tirer des inductions plus précises pour classer l'immense étendue des terrains de transition pyrénéens dans l'une ou l'autre des subdivisions introduites dans le classement des terrains anciens par quelques uns de nos savants confrères.

M. Viquesnel donne lecture des lettres suivantes, à lui adressées par MM. Audibert et Durocher, à propos des critiques faites par M. Rivière, dans la séance du 4 décembre, sur une notice de M. Viquesnel.

Lettre adressée à M. Viquesnel par M. Audibert.

En lisant les observations qu'a suggérées à M. Rivière la lecture de notre notice sur le terrain anthraxifère de la Basse-Loire, j'ai dû être surpris que ce géologue ait attendu notre communication pour combattre des idées qui devaient lui être cependant dès longtemps connues, et qui, jusqu'à ce moment, n'avaient soulevé aucune réclamation. Ses critiques n'ont porté, en effet, que sur les parties de notre travail où nous nous étions contentés de reproduire et de corroborer par des faits nouveaux des opinions qui appartiennent en propre à MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont. Ces faits, M. Rivière en admet l'exactitude. Nous eussions désiré le voir agrandir le cercle de la discussion, remonter aux sources et développer ses idées d'une manière plus explicite. Cette extension eût été d'autant plus désirable, que M. Rivière paraît se mettre, dans sa note, en opposition complète avec toutes les idées admises jusqu'à ce jour sur la géologie du bassin de la Loire, et il serait d'un haut intérêt pour la science de voir rectifier des opinions erronées autrement que par de simples dénégations ou de vagues hypothèses, surtout quand ces opinions ont pour elles l'autorité de nos géologues les plus éminents. Mais dans l'état des choses, j'avoue que, même en présence des affirmations de M. Rivière, je ne puis que persister dans ma manière de voir. Je tiens seulement à prouver que, sur tous les points en litige (qui ne sont pour la plupart que très secondaires dans notre travail), ce n'est pas nous qui sommes mis en cause, mais bien MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont. Ainsi le fait le plus saillant, celui de la classification du terrain anthraxifère parmi les terrains de transition, et sa séparation d'avec les terrains houillers ordinaires, a été depuis longtemps avancé par nos savants professeurs, et on peut dire qu'il est aujourd'hui généralement admis.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Il suffit, pour s'en convaincre, d'ouvrir l'explication de la carte géologique de France, tableau des terrains, page 94, et description du terrain anthraxifère de la Basse-Loire, pages 221 et suivantes. M. Rivière ne paraît cependant pas être de cet avis, puisqu'il considère l'interposition d'un système, quel qu'il soit, entre les couches métamorphiques et carbonifères, comme nécessaire, alors même que personne n'a pu encore constater l'existence de ce système intermédiaire. Il me semble qu'avant de se livrer à des hypothèses aussi vagues, il était rationnel d'en démontrer l'opportunité, et pour cela, de prouver *par des faits* que le terrain anthraxifère formait un étage bien distinct au-dessus des couches de transition, et ne pouvait en aucune manière être considéré comme en faisant partie. Quant à la direction plus ou moins perpendiculaire à la ligne E.-O. que devrait affecter ce système intermédiaire qui est encore à trouver, il serait bien long de citer tous les faits qui démontrent qu'il ne peut y avoir dans tous les terrains sédimentaires de la Bretagne que des directions très voisines de la ligne E.-O. Pour cela, je ne puis que renvoyer aux beaux travaux de M. Dufrénoy sur les soulèvements qui ont affecté le sol de la Bretagne et déterminé son relief actuel.

Passons à la question du métamorphisme. Nous avons dit qu'au S. du terrain anthraxifère, on voyait les grauwackes et les schistes lie de vin passer d'une manière insensible aux micaschistes du N. de la Vendée. Ici encore nous n'avons fait que répéter les opinions de MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont. Nous trouvons, en effet, dans l'explication de la carte géologique, page 186, à la suite d'une courte description de la constitution géologique de la Vendée, les lignes suivantes : « Les schistes micacés qui appartiennent à la » bande N. passent par degrés insensibles au terrain de transition » des bords de la Loire..... Les couches de grès qui marquent en » Bretagne et en Normandie la séparation des terrains cambrien » et silurien manquent en outre dans toute la Vendée..... Toute- » fois, la régularité de la stratification des schistes micacés et tal- » queux du Bocage nous fait présumer qu'il faut les associer au » système silurien, etc., etc. »

J'ignore s'il existe sur les phénomènes de métamorphisme des opinions plus saines et plus claires que celles des deux savants que je viens de citer ; mais comme j'ai eu bien souvent occasion d'étudier ces phénomènes dans la Loire-Inférieure et le Morbihan, où on en trouve de si beaux exemples, et que j'ai pu juger de la sagacité et de l'exactitude avec lesquelles M. Dufrénoy les a décrits, je crois ne pouvoir mieux faire que de m'en rapporter à lui

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pour ce qui concerne les localités qui ont été plus spécialement l'objet de nos observations. Je ne pensais pas qu'on pût, à ce sujet, faire à cet habile minéralogiste le reproche d'avoir commis des erreurs grossières dans la classification des roches.

Enfin, pour ce qui concerne les porphyres quarzifères, la question m'a paru très complexe et mériter d'être étudiée avec beaucoup de soin. Les masses si nombreuses de ces roches qu'on observe sur les bords de la Loire et aussi sur bien d'autres points de la Bretagne et de la Vendée, diffèrent pour la plupart les unes des autres, sous le double rapport de la position et de la composition minéralogique. Il me paraît assez probable qu'on ne peut pas assigner à toutes une origine contemporaine. Seulement je n'admets pas que, parce qu'il y a dans le terrain anthraxifère des roches de sédiment à éléments feldspathiques, il faille considérer comme évident que les porphyres soient antérieurs. Jusqu'à ce que ces questions soient éclaircies, et elles ne peuvent l'être que par une étude minutieuse, je m'en rapporte à l'avis de M. Dufrénoy, qui s'exprime en ces termes, p. 195-196 : « Le contact des porphyres » quarzifères et des terrains de transition est aussi constamment » marqué par des accidents dans la stratification, qui montrent » que ces porphyres ont été introduits postérieurement dans ces » terrains .... » Plus loin : « La présence de chacune de ces collines » (de porphyre) est marquée par des dislocations dans le terrain » anthraxifère, etc. »

Lettre de M. J. Durocher, adressée de Rennes à M. Viquesnel.

Les objections que M. Rivière oppose aux idées émises dans votre note manquent tout-à-fait de précision; elles ne sont appuyées par aucun fait et n'ont d'autre fondement que des suppositions tout-à-fait contraires à l'observation de la nature. Si M. Rivière regarde le terrain à combustible des bords de la Loire comme étant du véritable terrain houiller, sans doute il pourra supposer qu'il manque ici un système intermédiaire; mais c'est une pétition de principe : il faudrait d'abord prouver que ce terrain appartient à la formation houillère proprement dite, et précisément l'un des faits principaux qui résultent de votre notice, c'est que le terrain à combustible, au lieu d'avoir été formé pendant la période houillère, se rattache à la partie supérieure des terrains de transition.

Il est évident, d'après l'examen des lieux, que le terrain à combustible n'a pu être déposé sur des terrains qui avaient été

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

déjà relevés : le fond du bassin où il s'est formé pouvait présenter des inégalités, des surfaces ondulées, comme il y en a eu dans les bassins carbonifères de toutes les époques, et même comme il est nécessaire d'en admettre, d'après l'origine la plus probable des dépôts de combustible; mais les couches inférieures n'avaient pu subir aucun redressement, vu que la direction et l'inclinaison des terrains anthraxifères et des terrains environnants sont les mêmes.

J'ajouterai que le passage des schistes argileux et des grauwackes aux roches schisteuses et cristallines n'a pas lieu seulement dans le Maine-et-Loire, au midi de la bande anthraxifère ; mais c'est un fait général que l'on peut observer sur toute l'étendue du département de la Loire-Inférieure, depuis le Maine-et-Loire jusqu'à Redon et au-delà, dans le Morbihan ; on peut aussi l'observer en beaucoup de points dans tous les autres départements de la Bretagne, ainsi que dans celui de la Vendée. Non seulement ce passage se manifeste par une concordance parfaite de stratification, mais il est aussi confirmé par l'étude des caractères minéralogiques, *lors même que cette étude est faite par un géologue minéralogiste.* C'est un phénomène très général, et non pas un simple accident, comme le prétend M. Rivière ; il est impossible de méconnaître combien les roches sédimentaires ont été modifiées au voisinage du granite, toutes les fois que celui-ci a fait éruption postérieurement. Les exemples de métamorphisme qu'offre la Bretagne ne sont pas plus extraordinaires que ceux que l'on observe dans les Pyrénées et dans les Alpes, où l'on trouve des restes d'animaux et de végétaux au milieu de roches cristallines qui présentent souvent tous les caractères et tous les éléments minéralogiques du gneiss, à tel point que les premiers observateurs avaient classé ces roches parmi les terrains primitifs, tandis qu'on en est venu aujourd'hui à les rapporter, non pas à des terrains de transition, mais à des terrains secondaires. Cette similitude, on peut même dire cette identité minéralogique, est si frappante dans les Alpes, que l'on est souvent embarrassé de savoir si l'on doit donner à ces schistes cristallins le nom de gneiss ou de micaschiste, ou bien si l'on doit les rapporter au terrain liasique.

Quant aux porphyres quarzifères de la Bretagne, je crois devoir réserver mon opinion : sans doute beaucoup de ces porphyres sont postérieurs aux couches de schiste et de grauwacke qui encaissent le terrain anthraxifère, ainsi que M. Dufrénoy l'a fort bien démontré pour le porphyre de Saint-Clément de la Leu et pour

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'autres masses porphyriques ; mais il est possible qu'il y ait eu des éruptions porphyriques antérieurement aux dépôts des couches de combustible. J'espère arriver plus tard à une solution à cet égard, mais maintenant je ne saurais émettre une opinion tout-à-fait positive.

Après la lecture des lettres précédentes, M. Rivière entre dans quelques détails pour appuyer les principales observations qu'il a faites sur les déductions du travail de M. Viquesnel. Il termine en disant que, pour le moment, il s'en réfère à la note succincte qu'il a remise pour le Bulletin ; d'autant plus que les auteurs des deux lettres et M. Viquesnel n'ont ajouté aucun fait nouveau à l'appui de leurs idées, si l'on en excepte toutefois les opinions écrites de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont ou d'autres savants qu'ils invoquent ; mais que, dans les travaux spéciaux qu'il se propose de publier sous peu, il espère démontrer, avec toutes les explications nécessaires, l'exactitude de ses assertions. Enfin il reproche à MM. Audibert et Durocher d'admettre sans hésitation, sans examen approfondi, la transmutation des substances minérales, et de confondre des roches et des terrains essentiellement différents.

M. Raulin dit que la flore du terrain à houille des bords de la Loire est analogue à celle du terrain houiller proprement dit, mais qu'elle n'est pas identique. En faisant, dans le *Prodrome* et dans l'*Histoire des végétaux fossiles* de M. Ad. Brongniart, le relevé des espèces indiquées comme se trouvant à Montrelais, Saint-Georges-Châtellaison et Mont-Jean, on trouve les vingt et une espèces suivantes :

Calamites Cistii.
Sphenopteris tridactylites ?
— *dissecta.*
— *tenuifolia.*
— *Dubuissonis.*
— *Virletii.*
Nevropteris tenuifolia.
Pecopteris aspera.
Sigillaria venosa.
— *minima.*
Sphenophyllum dissectum.
Lycopodites imbricatus.
— *tenuifolius.*
Selaginites erectus.
Lepidodendron carinatum.
Lepidophyllum lanceolatum.
— *trinerve.*
Stigmaria ficoides.
— *intermedia.*
— *tuberculosa.*
Cannophyllites Virletii.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

C'est bien comme la flore houillère proprement dite, un mélange de fougères et de lycopodiacées, mais la proportion de ces derniers végétaux est plus considérable que dans le terrain houiller. Les espèces aussi sont différentes de celles du terrain houiller de l'Europe, à l'exception de quatre qui s'y retrouvent : les *Calamites Cistii* et *Nevropteris tenuifolia*, à Saarbruck et Saint-Bérain, le *Sphenopteris dissecta*, à Saint-Hippolyte, sur le revers oriental des Vosges, et le *Stigmaria ficoides*, à Saint-Étienne, en Belgique, en Angleterre, en Silésie et en Bavière. Il est même très remarquable qu'aucune des espèces du terrain à houille des bords de la Loire n'ait été retrouvée et indiquée dans les bassins houillers voisins de la Mayenne et du Calvados, et que trois seulement l'aient été dans ceux qui sont répandus si abondamment sur le plateau central de la France. Une cinquième espèce cependant, le *Cannophyllites Virletii*, a été indiquée avec doute, par M. Rivière, dans le Finistère.

M. Raulin ajoute encore que, d'après MM. Dufrénoy et de Beaumont, la stratification s'oppose à ce qu'on rapporte au terrain houiller le terrain à houille de la Loire, puisqu'il repose à stratification concordante sur le terrain silurien, ainsi qu'on peut le voir dans l'Explication de la carte géologique de la France, tome I, page 224, tandis que le terrain houiller de Saint-Pierre-la-Cour, près de Laval, repose sur la tranche de ce même terrain silurien, ainsi qu'on peut le voir dans le même ouvrage, page 715.

M. Rivière répond qu'à Saint-Pierre-la-Cour, c'est une circonstance toute locale.

M. de Verneuil pense aussi que les couches à combustible de l'O. de la France appartiennent au système carbonifère, et sont superposées au système devonien : c'est une opinion qu'il s'est formée l'été dernier pendant l'excursion qu'il a faite en Bretagne et en Normandie avec M. d'Archiac, et qu'il a exprimée à son retour à M. Rivière avant d'avoir connaissance des idées personnelles de ce dernier. Bien qu'arrivant au même but, il y arrive, au reste, par des moyens assez différents, et en s'appuyant sur des faits qu'il se propose d'exposer plus tard avec M. d'Archiac. Ce changement important dans la classification des terrains de l'O. de la France lui paraît être motivé, non pas, ainsi que le pense M. Rivière, par une discordance de stratification et de direction entre les couches à combustible et les dépôts inférieurs, discordance que n'a pu découvrir M. Viquesnel, et qui n'existe pas, selon

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Dufrénoy, mais par des déductions empruntées à la paléontologie.

En effet, les fossiles siluriens et devoniens disparaissent au-dessus des couches au milieu desquelles se développent les calcaires de la Baconnière, de Chalonnes, de Grez en Bouère, d'Izé, de Gahard, de Mouzeil, etc. Les grès, poudingues et schistes à anthracite qui leur succèdent ne contiennent que des végétaux ou identiques ou analogues à ceux de la flore houillère, et inconnus jusqu'à présent dans le système devonien; ils n'alternent pas avec les calcaires qu'on vient d'indiquer, et sont surmontés à Sablé par le véritable calcaire carbonifère. M. de Verneuil rappelle qu'il y a déjà longtemps (1) il a rapporté les couches de Sablé au calcaire carbonifère, à cause de leurs fossiles; que M. d'Archiac a exprimé la même opinion, *Bulletin*, tome XII, page 480; que tous deux l'ont mentionnée encore dans leur Mémoire sur les fossiles des terrains anciens (2), et enfin qu'elle a été confirmée par l'étude des Polypiers qu'en a faite M. Michelin (3). Au-dessus du calcaire de Sablé, il faudrait placer, selon M. Dufrénoy, le petit terrain houiller de Saint-Pierre-la-Cour; s'il est, en effet, discordant avec des couches dépendantes du terrain anthraxifère, on aurait alors dans l'O. de la France trois étages assez distincts dans le terrain carbonifère : 1° les anthracites et houilles des bords de la Loire, celles de la Mayenne, de la Baconnière et de Sablé, qui nous représentent les houilles du nord de l'Angleterre, celles de la Russie et de quelques États de l'Amérique du Nord, qui sont inférieures au calcaire de montagne ou alternent avec lui comme à Sablé; 2° le calcaire carbonifère lui-même, mais seulement sa partie inférieure caractérisée à Sablé par des fossiles qu'on retrouve exactement les mêmes, soit en Silésie, soit à Trogenau, près de Bayreuth en Bavière, ou dans les environs de Kendal en Angleterre. Les espèces les plus caractéristiques sont la *Choncles papilionacea* (*Spir.*, Phill.); le *Productus punctatus*, Sow.; l'*Orthis arachnoidea*, Phill.; le *Bellerophon bicarenus*, Léveil., et l'*Asaphus obsoletus*, Phill.; 3° enfin, le terrain houiller de Saint-Pierre-la-Cour, parallèle à celui de la Belgique, et supérieur comme lui au calcaire carbonifère. Quant à la discordance des terrains houillers de Saint-Pierre-la-Cour, opposée par M. Dufrénoy à la concordance de tous les autres gîtes

(1) *Bulletin de la Société géologique*, Tom. X, p. 55.

(2) *Trans. of the geol. Soc. of London*, 2e série, vol. VI, part. 2.

(3) *Iconographie zoophytologique*, p. 81.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de combustible avec les terrains devoniens, elle ne paraît pouvoir prouver qu'une chose, c'est qu'il y aurait eu dans cette localité un soulèvement postérieur au calcaire carbonifère, et antérieur au terrain houiller proprement dit.

M. Raulin termine la lecture de la note suivante, qu'il avait commencée dans la séance du 4 décembre.

Réplique à la réponse verbale faite par M. Pissis dans la séance du 4 décembre, et à sa Réponse *lue dans celle du 18 décembre.*

Nous commencerons par faire observer que ce n'est pas légèrement que nous avons attribué à M. Constant Prevost une opinion favorable à la théorie des lacs échelonnés, puisqu'il a déclaré lui-même, après la lecture de notre *Réponse,* qu'aujourd'hui encore « il lui paraît tout naturel d'admettre, comme le suppose M. d'O- » malius d'Halloy, que les sédiments exclusivement d'eau douce » de l'Auvergne se déposaient dans un ou plusieurs lacs de ce con- » tinent élevé dont le trop-plein se déversait dans l'estuaire pari- » sien. » Nous ajouterons que la même opinion est partagée par celui des géologues qui s'est le plus occupé des terrains tertiaires, M. Lyell, qui l'a consignée dans ses *Principles of geology* (t. IV, chap. XVII et XVIII, 1837) après avoir lui-même visité l'Auvergne.

M. Pissis trouve que six mesures prises entre Clermont et Brioude ne peuvent être considérées comme un nivellement du terrain tertiaire. Nous ne voyons pas ce qui peut lui faire supposer que nous n'avons pris que ces six altitudes : si nous n'en avons pas donné davantage entre ces deux points, c'est que cela nous semblait inutile, ayant eu pour but principal en lisant, le 19 juin dernier, un court résumé de nos observations, d'annoncer notre découverte de la gibbosité du puy de Barneyre, accident très remarquable dans la disposition du bassin de la Limagne. Si nous avons donné deux listes déjà longues d'altitudes, l'une pour la plaine de l'Allier et l'autre pour celle de la Loire, c'était pour mieux motiver nos conclusions, et en quelque sorte prévenir les objections ; car il est évident que nous n'avions réellement besoin, pour établir le bombement conique allongé dont nous avons parlé, que de quatre altitudes, celle du Puy de Barneyre, comme sommet, et celles de Gannat, de Marcilly et de la Roche, comme contour de la base.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

On nous reproche de nous appuyer sur les détails de la carte géologique de la France pour soutenir nos conclusions; mais si nous l'avons citée comme venant à l'appui de notre manière de voir, c'est parce que M. Pissis lui-même nous a dit en pleine séance, le 20 novembre, *que cette carte est d'une grande exactitude*, et que nous ne pouvions deviner, après une assertion aussi positive, qu'il viendrait, le 4 décembre, quinze jours après, dire qu'à sa connaissance on y avait omis le long de l'Allier, au S. de Coudes, des bandes de terrain de 13 kil de longueur (ayant, d'après l'échelle de la carte, 2 cent. 1/2 de longueur). Toutefois, on ne doit pas oublier que nous avons eu soin de faire remarquer que ces détails sont complétement insignifiants par rapport aux résultats généraux que nous avons exposés et défendus.

M. Pissis *regrette* d'être obligé d'établir un parallèle entre nos observations barométriques et celles de Ramond, dont il se sert, et d'entrer dans des détails qu'il aurait voulu nous *épargner*. Nous lui en avons, au contraire, une véritable reconnaissance, puisque de cette sorte il nous fournit, d'une part l'occasion de remercier publiquement M. Delcros, qui, avec sa bienveillance accoutumée, a bien voulu nous choisir un baromètre, le comparer au sien, et nous enseigner les précautions à prendre pour s'en servir et le réparer en cas d'accidents; et de l'autre, celle de montrer que l'élève, dans son premier essai, a assez bien mis en pratique les excellentes leçons du maître. En effet, placé, suivant M. Pissis, dans des circonstances tellement défavorables que toutes les erreurs inhérentes aux observations barométriques devaient s'accumuler, les altitudes que nous avons déduites des nôtres ne sont pas même, dans quatorze exemples sur quinze, entachées de l'erreur de 48 mètres qui a été posée comme pouvant être surpassée dans les circonstances les plus favorables. Dans le tableau suivant nous mettons en parallèle les hauteurs que nous avons obtenues au moyen d'une seule observation et en comparant à Paris, avec celles qui ont été déduites, d'un côté, par Ramond et M. Bertrand de Doue, des moyennes de plusieurs observations faites dans des saisons favorables et comparées aux stations rapprochées de Clermont et du Puy; et d'un autre côté, par M. Rozet de ses opérations géodésiques. Nous avons eu soin de rectifier les erreurs de + 8 mètres de Ramond et de — 2 mètres de M. Bertrand de Doue. La quatrième colonne présente les rectifications à faire à la liste d'altitudes, insérée tome XIV, page 582, telles qu'elles résultent des mesures que M. Rozet a bien voulu nous donner. Dans les deux dernières colonnes nous indiquons les directions

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des vents à Paris et en Auvergne au moment où nous faisions nos observations.

Observateurs.	LOCALITÉS.	Ramond, B. de Doue, et Rozet.	Raulin.	Différences.	Altitudes rectifiées.	VENTS à Paris.	VENTS en Auvergne.
Ramond.	Puy de Dôme	1468	1478	+ 10	—	S.E.	S.S.O.
	La Baraque, près de Clermont	785	780	— 5	—	S.E.	S.S.O.
	L'Allier au Pont-du-Château	305	306	+ 1	—	S.O.	O.
	Puy de Mur	604	599	— 5	»	S.O.	O.
	Montagne de Gergovia (Ouest)	755	755	— 18	»	S.	S.S.O.
	Puy Saint-Romain	785	775	— 8	»	N.O.	N.O.
	Puy de Barneyre	852	840	— 12	»	N.O.	N.O.
M. Rozet.	Le Moncelet (base de la tour)	740	728	— 12	668	S.	N.
	L'Alagnon, à Lempdes	430	447	+ 17	—	S.	N.
	Lorlange (sol du clocher)	580	589	+ 9	—	S.	N.
	La Roche (moyenne entre l'Alagnon et Lorlange)	—	—	—	522	—	—
	Paulhaguet (sol du clocher)	562	516	— 46	—	E.S.E.	N.E.
	Paulhaguet (sur le chemin de la Voûte)	—	—	—	600	—	—
	Autrac (Croix du cornet)	1034	1047	+ 13	954	E.	E.
M. B. de Doue.	La Loire à Brives, près du Puy	588	581	— 7	—	O.S.O.	O.
	Le Collet, près du Puy	767	755	— 12	—	S.O.	S.
	Le Pertuis, près du Puy	1030	1020	— 10	—	S.S.O.	N.

Ces quinze exemples, à l'exception de celui de Paulhaguet, montrent que la plus grande amplitude des erreurs que nous avons faites dans la Limagne et les environs du Puy ne dépasse pas 35 mètres, erreur absolument semblable à celle que M. Pissis reconnaît s'être exposé à commettre en prenant la surface supérieure des basaltes au lieu de celle du terrain tertiaire. Nous ajouterons que, pour Gergovia et les puys de Mur, Saint-Romain et de Barneyre, nous avons déduit les altitudes du terrain tertiaire que nous donnons, tom. XIV, pag. 582, non pas de nos observations comparées à celles de Paris, mais bien en retranchant des mesures de Ramond pour les sommets la différence résultant de l'épaisseur des basaltes, telle que nous l'avons trouvée en faisant presqu'au même instant des observations barométriques à la face supérieure et à la face inférieure de ces masses ignées. Quant au Moncelet et à La Roche, nous étant servi de nos observations, nous avons eu pour ce dernier point, comme on voit, une altitude trop forte; fait qui, d'une part, rend plus manifeste encore l'abaisse-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ment du terrain tertiaire au S. du puy de Barneyre, et de l'autre motive davantage notre opinion sur le terrain tertiaire de Paul-haguet, puisque la différence de niveau est plus grande que nous ne l'avions cru d'abord.

Ce tableau montre, en outre, d'une manière très claire que la concordance ou la différence de directions dans les vents qui régnaient au même moment à Paris et en Auvergne, au lieu d'avoir une influence énorme sur les hauteurs des colonnes barométriques, comme le suppose M. Pissis, n'avait qu'une action assez faible, puisque les différences entre les altitudes ne sont pas beaucoup plus grandes dans un cas que dans l'autre. Ainsi les vents étant identiques aux puys Saint-Romain et de Barneyre et à Autrac, les différences se sont élevées à 8, 12 et 13 mètres : lorsqu'ils se croisaient, comme au Puy-de-Dôme et à la Baraque, elles n'ont été que de 10 et 3 mètres (dans des directions à peu près semblables à celles où, suivant M. Pissis, il devrait y avoir eu 84 mètres de différence), et enfin lorsqu'ils étaient entièrement opposés, comme au Moncelet, à l'Alagnon, à Lorlange et au Pertuis, les différences ne se sont élevées qu'à 12,17, 9 et 10 mètres. Nous ne devons pas omettre de dire ici que M. Delcros, qui, pendant près de quarante années, a pris un nombre infini d'altitudes au moyen des mesures trigonométriques et du baromètre à la fois, ne partage pas l'opinion de M. Pissis relativement à l'impossibilité de comparer entre elles des observations faites à Paris et dans des contrées plus éloignées encore que l'Auvergne. C'est d'après ses conseils surtout que nous avons cru pouvoir considérer comme suffisamment exactes, pour les considérations géologiques auxquelles nous nous sommes livré, les altitudes que nous avons données dans notre *Note*, en faisant toutefois les réserves convenables en pareil cas, ainsi qu'on peut le voir tom. XIV, p. 579.

Après avoir établi par des faits ce qu'il faut penser des altitudes déduites de nos observations barométriques, nous devons examiner les raisons sur lesquelles M. Pissis s'appuie pour persister à regarder comme un fait bien établi l'élévation continue du terrain tertiaire de la Limagne vers le S. Comme dans les explications orales qu'il a données à cet égard dans la séance du 4 décembre, il nous a paru, après mûr examen, s'être beaucoup plus éloigné de la réalité que le 20 novembre, en voulant préciser davantage ses motifs, tant pour le bassin de la Limagne, considéré en général, que pour sa bordure occidentale en particulier, nous croyons devoir revenir sur ce sujet pour établir les faits, car sans cela on

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pourrait peut-être croire que nous passons condamnation sur ce point.

Pour l'élévation le long de la bordure occidentale, M. Pissis s'est appuyé sur trois points que nous allons examiner successivement.

En premier lieu il croit être resté beaucoup au-dessous de la hauteur atteinte à Autrac par le lambeau tertiaire isolé qui y existe, et qui n'a aucun rapport direct avec le bassin de la Limagne, en lui attribuant l'altitude de 967 mètres que nous avons donnée pour le gneiss dans cette localité. Il serait dans le vrai si ce lambeau tertiaire isolé, qui a 150 mètres d'épaisseur, était *superposé* au point dont nous avons pris l'altitude; mais comme il n'y est qu'*adossé*, il s'ensuit que M. Pissis risquait de se tromper de 150 mètres, et c'est ce qui lui est arrivé, le mamelon de gneiss dont nous avons pris l'altitude étant un peu plus élevé que le terrain tertiaire, et se trouvant, ainsi que celui-ci, immédiatement en contact avec la nappe basaltique qui les a tous deux recouverts et préservés de la destruction.

En second lieu nous ne voyons pas pourquoi il est revenu sur la montagne du Caure, d'où la vue plane bien, à ce qu'il paraît, sur une grande partie de la Limagne, mais dont le sommet, d'après la Carte géologique de la France, est formé par le terrain primitif, et se trouve, d'après la configuration du sol, sur cette même carte et sur celle de Cassini, au moins à 150 ou 200 mètres au-dessus des points les plus élevés de la plaine tertiaire qui est à sa base.

En troisième lieu, pour ce qui est relatif aux puys d'Isson, de Barneyre et de Girou, nous nous étions borné à dire que les altitudes de leurs sommets sont insignifiantes pour établir celles du terrain tertiaire, à cause de l'épaisseur très variable des basaltes qui les couronnent, fait assez connu des géologues pour que nous ayons cru inutile d'entrer dans des détails. M. Pissis paraissant vouloir changer les idées reçues à ce sujet, il nous semble indispensable d'examiner les points sur lesquels il s'appuie, afin de voir si les basaltes qui y surmontent les terrains tertiaires ont bien véritablement, comme il le dit, une épaisseur à peu près uniforme comprise entre 15 et 50 mètres. Nous n'avons pas visité le puy de Girou, par conséquent nous n'en pouvons rien dire; mais nous avons reconnu au puy de Barneyre que la nappe basaltique a 42 mètres d'épaisseur sur le bord méridional de la plate-forme qui le termine, tandis que sur le bord N.-E. elle a 213 mètres, ce qui est, comme on voit, fort éloigné des limites

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dans lesquelles M. Pissis voudrait la restreindre. Quant au puy d'Isson, il se présente sous la forme d'un grand cône, placé sur un plateau assez uni, allongé et légèrement incliné à l'E. vers Bergogne. Nous n'avons pas eu le temps de le visiter; mais heureusement il l'a été, et à des intervalles éloignés, par plusieurs observateurs qui n'ont qu'une même opinion à son égard. Ramond le premier, en 1811, d'abord dans ses *Mémoires*, p. 131, et ensuite dans les *Mémoires de l'Institut pour* 1813, pag. 132, après avoir donné l'altitude du puy d'Isson de 853 mètres, et celle du village de Solignat de 639 mètres, dit que « l'énorme coulée qui » constitue à la fois le puy et le sol du village n'est peut-être pas » étrangère à celle qui forme le long plateau de Bergogne. » Vingt ans plus tard, en 1831, MM. Lecoq et Bouillet, dans leur *Itinéraire du Puy-de-Dôme*, pag. 49, qualifient le puy d'Isson « d'énorme dyke basaltique qui a percé des couches sableuses et » des couches calcaires. » Ces citations sont plus que suffisantes pour montrer que le basalte au puy d'Isson a au moins 214 mètres d'épaisseur, et que par suite le terrain tertiaire, au lieu de s'élever à 830 mètres environ, comme le suppose M. Pissis, n'atteint même pas 639 mètres, puisque les basaltes se trouvent encore à cette altitude à Solignat. Ces faits montrent assez que l'élévation continue du terrain tertiaire le long de la bordure occidentale de la Limagne n'est qu'une hypothèse gratuite basée seulement sur des cotes de hauteur prises au hasard, et n'ayant aucune espèce de rapport avec l'altitude de la surface supérieure de la nappe tertiaire continue de la Limagne.

Quant à la disposition générale de la surface supérieure du terrain tertiaire du bassin de la Limagne, M. Pissis a dit que si nous trouvions un abaissement au S. dans la partie méridionale, cela tenait à ce que nous prenions des directions du N. un peu O. au S. un peu E., et qu'il n'en serait pas de même si nous allions directement du N. au S. Nous avons cru, en effet, devoir suivre des directions au S. un peu E., à peu près parallèles aux bords du bassin, dont l'extrémité méridionale s'infléchit vers l'E., préférablement à des directions N.-S. qui l'auraient coupé diagonalement. Mais si M. Pissis avait examiné sur une carte la position des points dont nous donnons l'altitude, il aurait trouvé un abaissement considérable dans cette dernière direction, au lieu d'une légère élévation qui devrait avoir lieu d'après le système qu'il expose dans la seconde partie des ses *Observations*. Nous nous bornerons à citer deux exemples établis au moyen des altitudes que nous rapportons et de celles qu'il donne lui-même, en remar-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

quant toutefois que la différence doit être un peu moins grande, la couche dont il donne le nivellement ne formant pas, d'après ce qu'il dit, le sommet du terrain tertiaire autour de Brioude.

		Différence.
Puy St-Romain 736m.	L'Espinasse. . . . . 608m.	128m.
Mozun . . . . 646m.	Brioude (Croix-des-Frères) 476m.	170m.

M. Pissis aurait encore pu s'apercevoir qu'en allant du N. un peu E. au S. un peu O., on obtient aussi un assez grand abaissement, tandis que, d'après son système, il devrait y avoir une élévation considérable. Pour faire mieux saisir ce dernier résultat nous donnons les trois exemples suivants :

		Différence.
Puy St-Romain 736m.	Puy d'Isson. . . . 650m environ).	86m (environ).
Puy St-Romain 736m.	Moncelet corrigé) 668m.	68m.
Mozun . . . . 646m.	La Roche (corrigé) 522m.	124m.

Ces faits établissent suffisamment qu'il y a dans la partie méridionale de la Limagne un abaissement de la surface supérieure du terrain tertiaire à partir du N., soit que l'on aille directement au S., soit que l'on dévie un peu à l'E. ou à l'O. Et comme d'un autre côté, c'est encore, malgré toutes les objections qui ont été élevées, au puy de Barneyre que la nappe tertiaire continue de la Limagne atteint sa plus grande altitude, nous considérons toujours notre deuxième conclusion comme complétement justifiée des attaques dont elle a été jusqu'à présent l'objet.

M. Pissis confond toujours en une seule, tout en nous accusant à tort de les confondre nous-même, les deux propositions pourtant bien distinctes de notre troisième conclusion : celle relative au prolongement, et celle relative à la direction du grand axe de la gibbosité du puy de Barneyre, par rapport à la chaîne principale des Alpes. Dans notre *Réponse*, nous les avons pourtant bien séparées encore, puisque d'abord nous avons démontré que nous ne sommes pas sorti des limites posées par M. de Beaumont, relativement au parallélisme, et que, dans ce cas seul, on pourrait supprimer sans inconvénient l'*à-peu-près* que nous avions introduit dans notre troisième conclusion pour plus d'exactitude, et qu'ensuite nous avons répété que la gibbosité est *à peu près* dans le prolongement de la chaîne principale des Alpes, ce que nous soutenons toujours, puisqu'il suffit de jeter les yeux sur une carte de France pour s'en convaincre. Nous n'avions pas été plus loin,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n'ayant pas besoin de suivre M. Pissis dans sa réfutation d'une opinion qu'il nous prêtait sans que nous l'ayons jamais eue. Aujourd'hui encore, nous ne l'accompagnerons pas bien longtemps dans ses considérations sur les Alpes, parce qu'il nous semble s'écarter tout-à-fait de la question. Nous n'ignorons pas que M. de Beaumont regarde à juste raison le relief actuel des Alpes comme le résultat de l'entrecroisement de plusieurs soulèvements d'époques différentes; mais ce que nous savons fort bien aussi, c'est qu'il considère comme *contemporains* et *parallèles* les chaînons de la Sainte-Beaume et de Sainte-Victoire placés à peu de distance l'un de l'autre, et dont les directions diffèrent entre elles de 10°. Nous avons donc *pu* et *dû*, d'après cet exemple, considérer aussi comme *parallèles* la chaîne principale des Alpes et la ligne qui joint le puy de Barneyre à Marcilly, dont les directions ne diffèrent entre elles que de 8° 1/2. Si M. Pissis trouve qu'on a tort d'appeler *parallèles* en géologie des lignes qui ne le sont pas géométriquement, ce n'est pas à nous, qui n'avons fait qu'une application restreinte du principe, qu'il doit s'en prendre, mais bien au savant qui l'a posé, M. de Beaumont, qui probablement s'empressera d'écouter ses objections et de faire une réponse qui, nous n'en doutons pas, le ramènera facilement à des idées généralement adoptées, et qui, depuis quatorze ans, n'ont été l'objet d'aucune controverse sérieuse.

M. Pissis dit qu'il a opposé comme une objection à l'existence de la gibbosité du puy de Barneyre la position des arkoses au puy de Corent, à un niveau inférieur à celui qu'elles atteignent à Montpeyroux, près de Coudes, et au puy de Chateix. Nous ferons remarquer qu'il avait commencé, dans ses *Observations*, par dire que ces roches plongent sous l'Allier, au N. de Coudes, et que c'est nous qui avons établi dans notre *Réponse* qu'il n'en est pas ainsi. Il dit que ce fait est contraire à notre manière de voir; nous ne comprenons pas en quoi. Les arkoses sont des roches qui se trouvent à la jonction du terrain tertiaire et des roches primitives, soit à la partie inférieure du dépôt, soit sur ses bords, et qui suivent les ondulations du fond de l'ancien bassin. Leur position à des hauteurs différentes ne peut donc être d'aucune valeur pour la détermination de l'ancien niveau des eaux dans le bassin de la Limagne, puisque l'épaisseur de la nappe d'eau variait beaucoup, suivant les différentes localités.

Relativement aux dépôts tertiaires d'Autrac et de Paulhaguet, nous persistons encore davantage dans notre première opinion pour deux raisons : la première, c'est que les objections précises

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

que nous avons posées à M. Pissis, contre la réunion de ces deux points au bassin de la Limagne, sont restées sans réponse; et la seconde, c'est que la différence qui existe entre le niveau des couches à La Roche et à Paulhaguet, au lieu d'être de 20 mètres, comme notre nivellement barométrique l'indiquait, se trouve être de 78 mètres, d'après les opérations trigonométriques de M. Rozet. Cette différence devient plus considérable encore lorsqu'on prend des points plus méridionaux de la Limagne, et par conséquent plus rapprochés de Paulhaguet. Ainsi, en comparant Paulhaguet à la Croix-des-Frères, près de Brioude, la différence est de 124 mètres, et lorsqu'on lui oppose Fontanes, elle s'élève à 173 mètres. Ces faits, déduits du nivellement donné par M. Pissis dans ses *Observations*, démontrent, ainsi que nous le présumions, qu'à partir de La Roche, le terrain tertiaire continue à se comporter dans la partie méridionale de la Limagne comme entre le puy de Barneyre et ce hameau, et qu'il y a ensuite un ressaut dans le niveau du terrain tertiaire lorsqu'on a traversé le défilé primordial au milieu duquel coule la Senouire entre Brioude et Domeyrat (1). Ils montrent aussi combien est peu fondée cette assertion de M. Pissis, que, dans la Limagne, nous ne trouvions un abaissement du terrain tertiaire dans la partie méridionale que parce que nous allions du N. un peu O. au S. un peu E. Ici Paulhaguet est au S.-E. de Brioude et de Fontanes, et au lieu d'être beaucoup plus bas, il est au contraire plus élevé de 124 et de 173 mètres. On voit combien se motive davantage, aujourd'hui que nous possédons des données exactes, cette séparation de Paulhaguet, du bassin de la Limagne, que nous avions d'abord proposée, principalement d'après l'inspection des cartes et une différence d'altitude que nous croyions n'être que de 20 mètres. Quant à faire du terrain tertiaire de Brioude un bassin séparé, nous ne voyons pas trop sur quoi nous nous appuierions, puisque nous sommes allé d'Issoire à Bournoncle, près de La Roche, sans quitter le terrain tertiaire qui de ce dernier village se poursuit sans interruption jusqu'aux portes de Brioude.

Quant à Chavagnac, nos recherches sur la carte de Cassini ont encore été infructueuses, malgré la nouvelle position assignée

(1) En prolongeant jusqu'à Paulhaguet la pente de 24′ 26″, qui est l'inclinaison moyenne de la surface supérieure du terrain tertiaire, du puy de Barneyre à Brioude, on trouve que le terrain tertiaire y atteindrait seulement une altitude de 390 mètres au lieu de 600 mètres, ce qui donne une différence de 210 mètres.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'une manière plus précise par M. Pissis. Nous avons seulement trouvé un hameau ou ferme du nom de Chavagnat, situé aussi à cinq lieues de Brioude, mais au S.-E. Si, par hasard, M. Pissis s'était encore trompé, et que ce fût Chavagnac qu'il a d'abord indiqué au S., nous aurions à faire observer que, lors même qu'il serait possible de reculer les limites du bassin de la Limagne jusque là, il n'en serait pas moins bien établi que le terrain tertiaire s'abaisse de plus de 150 mètres dans la partie méridionale du bassin, à partir du puy de Barneyre, puisque, placé à 810 mètres en ce dernier point, il n'est plus à Chavagnat qu'à une altitude inférieure à celle du plateau basaltique de Saint-Georges-Daurat, lequel, d'après nos observations, ne s'élève qu'à 662 mètres; et comme, pour le dire en passant, Chavagnat se trouve exactement sur le prolongement de la chaîne principale des Alpes, il est de toute évidence que le relèvement du terrain tertiaire de la Limagne ne peut être considéré comme le prolongement immédiat de cette chaîne, ainsi que nous avons eu soin de le dire, tom. XIV, pag. 589.

En terminant ici, nous dirons que nous pensons avoir de nouveau justifié suffisamment nos conclusions pour les croire encore *complètes* et *exactes : complètes*, parce que les *à-peu-près* qui s'y trouvent indiquent des rapports qu'il est impossible de nier ; *exactes*, parce que tous les faits que présente le bassin tertiaire de la Limagne s'accordent avec l'hypothèse d'un relèvement général de ce terrain autour du puy de Barneyre comme centre.

M. Pissis se réserve de répondre en détail à la réplique de M. Raulin lorsqu'elle lui aura été communiquée.

M. de Wegmann lit la lettre suivante, à lui adressée par M. A. Boué.

Extrait de la description géologique des environs de Gratz, par M. Unger.

Gratz est placé en amphithéâtre autour d'un mont isolé s'élevant à 387 p. p., et ayant à son pied la Mur. La vallée parcourue par cette rivière aboutit, à deux heures au N. de Gratz, à une vallée d'écartement qui s'étend jusqu'à Bruck, et qui y débouche dans une vallée longitudinale des Alpes. Au S.-E. de Gratz, au contraire, cette vallée s'élargit toujours plus, et va se perdre dans les plaines de la Hongrie. Son fond est fort inégal et donne lieu

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à un pays varié comme certaines parties du terrain de molasse de la Suisse, tandis que sur les bords de la Mur il y a de véritables petites plaines couvertes de loess, telles que celle de Gratz, celle de Leibnitz, etc. Or, ces petits bassins sont unis par d'étroits canaux, creusés une fois par la Mur. Derrière le rideau de hauteurs environnant Gratz, s'élèvent à l'O. et au N.-E. des branches des Alpes, dont la hauteur moyenne est d'environ 4,500 p. p., tandis qu'il y a des montagnes qui y atteignent 6,000 p. à l'O. Ces montagnes sont placées dans une direction N.-S., mais elles se lient complétement à cette branche qui s'étend environ de l'O. à l'E. au N.-E. de Gratz. Cette ville, située à environ 1,000 p. de hauteur absolue, est donc presque au fond d'un ancien grand golfe des Alpes, et cette sinuosité a été remplie de dépôts tertiaires qui ont été découpés par les eaux en hauteur de 15 à 1,600 p. d'altitude absolue, renfermant souvent des vallées bordées de terrasses en étagères.

La partie des Alpes en vue de Gratz est formée de *roches schisteuses cristallines*, avec des *amphibolites*, des *serpentines* et des *calcaires grenus;* mais les montagnes les plus voisines de la ville sont toutes *intermédiaires* et composées de *grauwacke*, de *grès* et de *calcaire compacte* ou *semi-cristallin*. Cette dernière roche forme à l'O. de la ville le Plabutsch et son prolongement s'étendant jusqu'à Strassgang. Elle se trouve sur les bords de la Mur à Gœsting, à Saint-Gothard et sur l'Antritz. Le calcaire forme les bords de la fente occupée par la Mur entre Peggau et Mixnitz, et s'élève à 5,300 p. dans le Hoch-Lantsch. Cette roche comprend des feuillets minces d'argile schisteuse et devient quelquefois dolomitique. Elle est cristalline près des gneiss ou micaschistes. La direction de ses couches est N.-E., et elles contiennent beaucoup de fissures et des cavernes, parmi lesquelles les plus connues sont près de Peggau, de Rœthelstein, Semriach, Weitz, etc. Il en sort des sources très abondantes qui contiennent plus ou moins de carbonate de chaux, d'après leur quantité d'acide carbonique; telles sont les sources d'Antritz, de Martinsbrunn, etc. Cette roche est surtout dolomitique lorsqu'elle n'apparaît qu'en amas isolé, comme à la butte du château de Gratz, à Maria Trost, à Tobelbad, dernier lieu d'où il en sort une therme de 23° R.

Ce *calcaire* a une puissance de 12,000 toises et contient bon nombre de pétrifications qu'on revoit dans les terrains intermédiaires des bords du Rhin, comme *Gorgonia infundibuliformis*, Goldf.; *Stromatopora concentrica*, G.; *Heliopora interstincta*, Bronn (ou *Astræa porosa*, G.); *Cyathophyllum explanatum*, G.; *turbi-*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

natum, G.; *hexagonum*, G.; *cæspitosum*, G.; *Calamopora polymorpha*, Var.; *tuberosa*, G. et *ramosa divaricata*, G.; *Spongites*, Var.; *tuberosa* et *ramosa*, G.; *Cyathocrinites pinnatus*, G.; *Pecten grandævus*, G.; *Inoceramus inversus*, M.; *Orthocères*, *Goniatites*, M. Unger pensait devoir rapprocher peut-être ce calcaire du dévonien (M. de Buch le croit plus ancien).

Le *schiste argileux* associé à ce calcaire contient des filons et des nids de galène, de pyrite magnétique et de barytine; tandis que le calcaire n'offre aucun minerai, excepté des traces de cinabre. Le grès quarzeux s'associe en petites masses à cette roche.

M. Unger place à la base du sol tertiaire des *grès* que M. Partsch rapprocherait des roches de Gosau, et M. Murchison du grès viennois secondaire; ce dépôt peu considérable est au pied des Alpes de Schwamberg. Le terrain *tertiaire incontestable* est à Gratz le même que dans le bassin de Vienne; savoir: le *tegel*, ou l'argile, ou la marne, les calcaires grossiers à *Cerithium pictum*, *Cardium transversum*, *plicatum*, *vindobonense* (Partsch), *Modiola cymbæformis*, et le calcaire du Leithagebirge ou calcaire à polypiers, etc. Les lignites de Virtsberg, de Lunkowitz, d'Eibiswald, sont célèbres par leurs os de Mastodonte, d'Anthracothérium, de Trionix et de plusieurs autres animaux. D'autres lignites plus récents se trouvent en petite quantité sur l'horizon des calcaires à Cérithes, avec des sables et des bois fossiles siliceux, tant conifères (*Pecæ acerosa*, Unger) que d'autres dicotylédons, tels que *Withamia styriaca*, Ung.; *Phegonium vasculosum*, Ung.

C'est aussi à ce niveau géologique que M. Unger place les grès et les agglomérats liés aux trachytes de Gleichenberg et contenant des bois fossiles: *Mohlites parenchymatosus*, Ung.; *Meyenites æquimontanus*, Ung.; *Cottaites lapidariorum*, Ung., et des cônes de conifères, son *Pinus æquimontana* (traduction de Gleichenberg).

Quant au *calcaire à polypiers* qui forme la butte proéminente de Wildon ayant 1,700 p. d'élévation absolue, M. Unger y cite l'*Astræa gemminata*, des Huîtres, des Peignes, des Pectoncles, des Echinidées, des dents de requin (*Carcharias sulcidens*, Ag.), et *Lamna elegans*, Ag. Un pouce cube de ce calcaire contient au moins 10,000 individus de fossiles microscopiques. Le *Globigerina bulloides*, encore vivant dans la mer Méditerranée, est une de ses foraminifères les plus abondantes.

Dans le bassin du Rhin, à 1 mille N. de Gratz, un *dépôt de calcaire siliceux d'eau douce* encroûte le calcaire intermédiaire et sa brèche. Il renferme le *Planorbis rotundatus* et *Lens*, Brg., le *Limneus ventricosus*, Brg. et *strigosus*, B.; *Helix Ramondi*, Brg.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et *Morognesi*, Brg., et des impressions de plantes (*Calmites anomalus*, Brg. et *Typhelorpum lacustre*, Ung.).

Les *alluvions anciennes* s'élèvent jusqu'à 2,000 p, et consistent surtout en débris des schistes cristallins.

Dans les *cavernes calcaires* de Peggau, M. Unger a trouvé des os de *Ursus spelæus* et *arctoïdens*, de *Canis spelæus*, de *Hyena spelæa*, avec des os d'un oiseau de proie, d'un rongeur et des débris du *Pinus abies;* le tout était dans un limon mêlé de cailloux. M. Unger renvoie à sa description géologique de la caverne dite de Badelhœhle, près de Peggau, Mémoire inséré dans le journal *Steiermarkische-Zeitschrift*, N.-S., 5e année, cah. 2, 1838, à Gratz.

Les *alluvions modernes* sont un mélange de roches schisteuses cristallines et intermédiaires s'élevant à 18 p. au-dessus de la hauteur moyenne actuelle de la rivière de la Mur. C'est sur ce terrain surtout qu'est établi le chemin de fer, tandis que depuis Murzuschlag jusqu'à Pettau, il entame souvent les schistes cristallins, et donne lieu à un tunnel dans les escarpements calcaires intermédiaires et coquilliers au N. de Peggau. Entre Gratz et Marburg les difficultés sont sur certains points du terrain tertiaire. Le long de la Saan ce chemin sera plein de beautés champêtres. L'an prochain nous irons à Gratz par la vapeur, et alors j'espère pouvoir vous donner de plus amples détails sur ce grand terrain intermédiaire de la Styrie trop négligé jusqu'à ces derniers temps. Or, c'est bien à tort; car en y joignant les points intermédiaires connus dans la Basse-Styrie et la Carinthie, au milieu de formations en bonne partie crétacées ou tertiaires, on arrivera à bien mieux concevoir la structure des Alpes orientales, comme on entrevoit déjà pourquoi les terrains intermédiaires manquent dans le milieu des Alpes ou dans les parties les plus exhaussées et ressortent vers les deux extrémités de cette haute épine dorsale de l'Europe. — En s'occupant de ce terrain intermédiaire, on en vint à causer sur l'âge des roches arénacées et calcaires de la partie N.-E. du Tyrol vers le Salzbourg, mais personne de ceux qui étaient présents à Gratz n'y a observé jusqu'ici des fossiles de transition; il serait donc bien à désirer qu'un paléontologue entendu visitât ce coin négligé des Alpes pour décider enfin cette question, sur laquelle j'ai émis l'an passé mes doutes au sujet de l'analyse d'un Mémoire du même M. Unger.

Une autre nouveauté, en fait de classement, est le jour qui commence à se répandre sur l'âge du grès apennino-carpathique et viennois, et qui paraîtrait devoir confirmer mes anciennes prévi-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sions. MM. Zeuschner et Beyrich semblent de plus en plus être amenés par les fossiles à croire que si une bonne partie de ces grès sont du système crétacé, une autre portion serait jurassique.

M. de Buch parlait d'aller faire un voyage l'an prochain en Transylvanie, et d'assister à la réunion des naturalistes et médecins hongrois, qui aura lieu en août ou fin juillet 1844, à Clausenburg. — Cette année, cette société s'est assemblée à Temesvar.

M. Russegger a publié, en août, sa carte géologique de l'Égypte, de la mer jusqu'à Assuan.

M. Zeuschner s'occupe, à ce qu'il paraît, d'un ouvrage sur les fossiles de la partie N.-E. des Carpathes, accompagné de belles planches lithographiées à Bonn et représentant des fossiles; il m'a donné les pl. 2 et 3, qui représentent surtout des térébratules. Cet ouvrage sera important pour le classement du grès apennino-carpathique.

M. Haidinger a publié 1 vol. in-4° intitulé : *Bericht uber die Mineralien Samlung in K. K. Hofkammer, in Wien, in Münz und Bergwesen* (2 pl. lith.), Catalogue de la collection minéralogique et géologique de la Monnoie, espèce de vade-mecum, où chaque numéro d'échantillon se trouve relaté, chaque localité citée, l'arrangement expliqué; mais il y manque les déterminations des échantillons géologiques, qui viendront plus tard. C'est le pendant du Coup-d'œil sur le cabinet minéralogique impérial, publié par Partsch, *Ubersicht des K. K. Hof-Mineralien Kabinets in Wien*, 1843, in-8° avec pl. — M. Haidinger donne aussi un plan. — L'ouvrage de Partsch comprend, 1° l'historique de ce cabinet, sa division en collection minéralogique de 10,483 échantillons, dont 5,155 sont fort grands; 2° collection de modèles de cristaux, au nombre de 4,000, en partie encore d'après Haüy, mais bientôt le tout sera noté d'après Mohs; 3° une collection terminologique ou des caractères de 1,611 échantillons; 4° une collection technologique de 2,506 échantillons; 5° une collection géologique et paléontologique générale de 1,824 échantillons; 6° une collection géologique et paléontologique de la Basse-Autriche et des pays voisins de 1,123 échantillons, avec une suite complète des fossiles tertiaires de Vienne; 7° une collection de fossiles d'après un arrangement méthodique, parmi lesquels les mollusques et les radiaires comprennent 937 espèces; 8° une collection d'aérolithes de 94 localités, et comprenant 258 échantillons : c'est la plus considérable qui existe. Tous ces 22,742 échantillons et modèles sont étiquetés et *déterminés* exactement.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Gustave Klemm vient de faire paraître son premier volume d'une histoire générale de la civilisation humaine: *Allgem. Cultur Geschichte der Menschheit*, Leipzig, 1843, in-8°, l'État originaire de l'homme, et 8 pl. de la géologie, etc. Cela paraît un ouvrage fait avec soin et de longue haleine; mais il ne peut plaire qu'à des géologues qui embrassent toute l'étendue de notre science et de ses applications; pour ceux qui n'en cultivent que des bribes, il restera ignoré.

M. Gustave Léonhard, fils du professeur, a donné un *Manuel de la topographie minéralogique* par ordre alphabétique; Heidelberg, 1843, in-8° de 593 pages; mais j'y ai remarqué des omissions à mon grand étonnement.

M. Burmeister (H.) a donné une Histoire de la création (*Geschichte der Schœpfung*); Leipzig, 1843, in-8°. Exposé succinct de géologie et géogénie sans valeur.

M. Studer (B.). Traité de géographie physique et de géologie (*Lehrbuch d. physikal. Geogr. und Geolog.*). Berne, 1843; 1er vol., la Terre par rapport à la pesanteur, in-8° avec 4 pl. lith. Voilà du bon et du nouveau, surtout dans le 2e volume.

M. Blum (J. Reinhard). Les pseudomorphoses dans le Règne minéral. Stuttgardt, 1843, in-8°, 17 vignettes.

M. Hausmann (J.-F.). Sur la formation du Harz (*Uber die Bildung der Harz*, 1842, in-4°). Bon pour le soulèvement de cette chaîne.

M. Zimmermann (docteur Gottl). *Das Juragebirge in Franken*, etc., la Chaîne du Jura en Franconie et dans le Palatinat supérieur, surtout près de Muggendorf. Erlangen, 1843, in-8°.

Vous connaissez sans doute l'ouvrage de M. James Forbes, Voyages dans les Alpes de la Savoie et dans d'autres parties de la chaîne pennine, avec des observations sur les glaciers. *Travels*, etc. Edinburgh, 1843, in-8°.

M. Ritter (Charles) a publié son Voyage d'Hist. nat. dans l'île d'Haïti, aux frais de S. M. I. Stuttg., 1843, in-8°.

M. Rapp (W. de). Des recherches anatomiques sur les Édentés. Tubingen, 1843, in-4°, 9 pl. lith.

La Société d'Hist. nat. des bords du Rhin, fondée à Mayence en 1834, a tenu, comme à l'ordinaire, sa réunion annuelle en septembre à Mayence.

La *Société géologique du Tyrol* a publié son cinquième compte-rendu. Inspruck, 1843, in-8° de 24 pages, avec cart. géol.

On y trouve le résumé des observations de MM. Klingler et J. Trinker sur une partie du cercle de l'Innthal supérieur. La

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

carte géologique de ce cercle comprend le pays entre Zirl, les glaciers de l'Oetzthaler-Ferner et Londeck. Ils ont observé et tracé les limites du gneiss, du micaschiste, de l'amphibolite, du schiste argileux, du calcaire jurassique au S. de l'Inn, entre Imst Landeck, d'un grès inférieur à ce terrain, d'un quarzite, du calcaire grenu et du travertin. Deux coupes accompagnent la carte.

M. Schmidt communique ses remarques sur la partie orientale du cercle de l'Innthal inférieur, où il a trouvé des formations intermédiaires : c'est son opinion; mais il ne nous donne pas un fossile de cet âge, tandis qu'il parle cependant de pétrifications lorsqu'il traite de la molasse et de ses lignites. Il donne aussi une liste de hauteurs mesurées, au nombre de 180.

La grande *carte géologique du Vorarlberg*, publiée aussi cette année par cette société, est due aux observations de M. Schmidt, qui y a voyagé en 1839, 40 et 41.

On a trouvé le dépôt de Gosau en Tyrol, dans la chaîne calcaire secondaire septentrionale, non loin des frontières bavaroises, environ au N. de Schwartz.

Les gens de Saint-Cassian et des environs sont devenus collecteurs de fossiles, en sorte qu'on trouve à y faire des achats.

M. Petzholdt a publié un Voyage dans les Alpes du Tyrol et du Salzbourg, où il parle de curiosités géologiques peu dignes d'être vues.

M. le colonel de Hauslab communique ses *Observations sur les glaciers*. Son but n'est point d'entrer dans les théories liées à ce sujet; il veut seulement montrer que bon nombre des particularités observées dans ces derniers temps dans les glaciers étaient des choses connues de longue date, et même leurs dénominations vulgaires dans le *Tyrol*. Chargé en 1817 du relevé d'une portion des plus hautes montagnes du Tyrol, et ayant levé en particulier le plan des grands glaciers de l'Oezthal, il dressa à cette époque des représentations générales des glaciers, qui furent lithographiées par le bureau topographique militaire, mises en vente, et dès lors en usage dans toutes les écoles militaires d'Autriche.

Quand les hautes montagnes, dit M. de Hauslab, dépassent la ligne des neiges perpétuelles, il se forme une croûte de neige et de glace sur leurs crêtes rocailleuses; mais leur pente étant forte, cette calotte est de peu d'épaisseur. D'après la direction du vent, il se forme ordinairement sur l'un ou l'autre côté des cimes neigeuses une accumulation de neige et de neige glacée ou névé (*Firn* du Tyrol), qui dépasse et surplombe ces dernières. Cette dernière bordure en relief est le *Windwehe* ou ce qui a été amoncelé par le

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vent. Lorsque la neige est ainsi poussée par le vent, le paysan dit que la montagne *fume* (*Der Gletscher raucht*). — Sur le côté septentrional, ces hautes cimes du Tyrol n'offrent qu'une pente blanche, tandis que sur le versant opposé, les rochers noirs ou blanchâtres ressortent du tapis de neige. D'après la position des chaînes, c'est le contraire dans d'autres pays. En Tyrol, cela dépend de la direction des vents N. froids et dominants.

La neige se fondant supérieurement, cette humidité mouille la neige en dessous et y donne lieu à la formation d'une glace d'abord grumeleuse, mais qui se consolide et devient compacte, petit à petit, par filtration et tassement. Par suite des dégels et des gelées alternatifs, ainsi que du tassement et des glissements, des pentes des cimes jusque vers la région alpine, il se forme dans cette dernière insensiblement un encroûtement considérable de glace et de neige dont la place est toujours à la fin dans les hautes cavités que le Tyrolien appelle d'une manière très précise le *kor*, ou *cœur* de la montagne. Tout le monde sait qu'entre les crêtes et leurs contre-forts, toutes les montagnes offrent de ces cavités ouvertes d'un seul côté, et ressemblant à un fauteuil : c'est donc là qu'existe le *glacier* (Gletscher et Ferner). — Ce dernier est séparé des rochers environnants par une fente appelée *Bergkluft* (fente de la montagne) et qui est comparable à celle qui est interposée entre la cire figée ou l'eau gelée et le pot qui la renferme.

Par suite de la chaleur du sol et des filtrations aqueuses, il se produit des cavités sous la glace, et de l'eau coule sous le glacier. — Lorsque le glacier est circonscrit dans un bassin, il reste immobile, et sa surface est *concave*, avec ses bords séparés des rochers, comme, par exemple, au Dachstein, dans la Haute-Autriche; mais s'il est sur une pente inclinée ou dans une vallée, il glisse par son propre poids et s'étend en langue, ce qu'on appelle en Tyrol le *Rutscher* ou la partie qui a glissé, et *Kæse* (fromage) dans le Salzbourg. Dans ce mouvement, il se fendille, et ces fentes sont les *Schrunde* ou *Klufte* des Allemands. — Si ce *Rutscher* ou poussée du glacier est encore près de la crête, il tendra à remplir tout un bassin fermé, s'il en existe; mais s'il descend dans une vallée, il frotte contre ses parois latérales, y polit et strie les rochers en dessous, au moyen des cailloux poussés en avant, tandis que le glacier se fendille de manière à former à sa surface une série de fentes divergentes en forme de plume; il offre de plus un *bombement*, à peu près comme une coulée de lave. C'est ce qu'on appelle un glacier couché (*Liegender Gletscher*). Ces formes le dis-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tinguent *tout-à-fait* de l'autre genre de glacier, qu'on appelle glacier pendant (*Hangender Gletscher*). — En effet, si la pente est forte, le glacier devient *pendant*, c'est-à-dire qu'il se fendille en travers et présente un amas de masses proéminentes en échiquier rhomboïdal. Ce cas a lieu surtout dans la région forestière. Si la poussée du glacier tombe dans un précipice, il se forme un cône de débris de glace (*Eisschuttkegel*).

Vu d'en haut, on peut distinguer dans les *Rutscher* ou poussées, les années du glacier, au moyen de lignes séparant des couches plus ou moins parallèles de glace de *diverses teintes;* souvent ces lignes sont indiquées par la *poussière terreuse* qui a couvert chaque couche annuelle.

D'après ce qui précède, il est évident que *la forme de la surface supérieure d'un glacier donne précisément celle du fond sur lequel il repose*, car les endroits plats du fond seront recouverts par une surface unie ou concave du glacier, comme les portions proéminentes du fond par des surfaces du glacier fendillées et irrégulières.

Sur le bord de tout glacier se forment, par le mouvement de ses bords et leur fonte, des lignes de débris ou moraines (*Steingerœll* du Tyrolien). Si deux glaciers descendent par deux vallées, ils ne se confondent jamais, mais ils continuent leur chemin parallèlement, côte à côte, en produisant deux masses bombées séparées par une digue de débris (*Gufferlinien* du Tyrolien), les moraines médianes. Une telle particularité se trouve bien marquée dans la carte du Tyrol du bureau topographique militaire, entre les glaciers au haut du Rosenthal, savoir, entre celui du Gebatscher-Ferner et celui de Im-Hintern-Eis, à l'E. du mont Hochvernagtwand, et entre le glacier du Gufalar-Ferner et le Vernagt-Ferner, près de Fend, dans la partie supérieure de la vallée de l'Oetz. — Un autre accident de la rencontre de deux glaciers est la *formation de petits lacs*, parce que l'eau d'un des glaciers est arrêtée dans son écoulement inférieur par l'autre. Ainsi, au pied du glacier du Langthal, la queue descendante du glacier du grand Oetzthaler-Ferner empêche l'écoulement des eaux du premier glacier, ce qui occasionne un lac plus ou moins grand, suivant les années, et portant le nom de *Langthalersee* ou de *Gurglereissee*. A la fin du siècle dernier, ce lac devint si considérable qu'il enleva sa digue de glace et charria ses débris jusque vers Inspruck, dans l'Inn. Un semblable lac, nommé Rofenthaler-See, a existé dans la vallée de Rofen, mais il s'est écoulé et a disparu. On peut lire les irruptions réitérées et les désastres de ces

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lacs dans l'ouvrage de Jos. Walcher sur les glaciers du Tyrol (*Nachricht von den Eisbergen in Tyrol*). Vienne, 1773, in-8°, 5 pl.

Quand les glaciers descendent dans la région forestière, il s'y produit d'énormes fentes par suite d'éboulements produits par les cavités s'écroulant sous le glacier, car ce dernier ne repose sur le sol qu'au moyen de piliers plus ou moins nombreux, l'eau et la chaleur du sol ne cessant de le ronger en dessous et d'y produire, outre les écoulements (*Einsturz*), les mêmes altérations, les mêmes dépôts qu'à l'air libre, de manière que le réseau des eaux sous le glacier est identique avec celui à l'air libre. — Les eaux s'échappent des glaciers, à l'ordinaire, en torrent sortant du fond d'une caverne, excavation qu'elles y forment tout naturellement et qui s'y modifie sans cesse.

Jusqu'à dix heures du matin environ, la tranquillité règne dans le glacier; tout y est mort; plus tard commence le bruit du craquement et des avalanches.

La partie où le glacier a disparu reste *sans végétation* aucune et n'offre qu'un sol rougeâtre, brûlé, ayant perdu pour longtemps sa force végétative. Comme on dit dans les villes que les revenants s'y promènent à minuit, le paysan du Tyrol, à la vue de cette stérilité, de ces moraines, dit que l'esprit des montagnes lance des pierres à l'entour de lui sur l'audacieux mortel qui essaie d'escalader ces lieux.

Enfin les glaciers ne peuvent pas être considérés comme un dépôt qui a couvert, *dès l'origine des choses*, les crêtes des montagnes; car, sans cela, ces dernières devraient offrir sous les glaciers leurs formes originaires, et non le même grand type d'altérations aqueuses et atmosphériques que les montagnes sans glaciers.

Les Alpes vénitiennes (*die Venetianer Alpen*, Soleure et Vienne, 1844, in-4° oblong, avec 1 carte géologique en 7 feuilles et 18 pl. de coupes), tel est l'ouvrage que vient de publier M. Will. Fuchs, ingénieur des mines à Agordo. Il est fait avec luxe. La carte et les coupes sont le plus intéressant; car le texte, de moins de 100 p., semble trop maigre pour un si vaste et beau sujet. La carte comprend tout le pays entre le 30° et 55° de longitude, et le 20° et 29° de latitude.

L'auteur y distingue les terrains et roches suivants, savoir : le schiste argileux micacé, le porphyre quarzifère, le grès bigarré, le calcaire à Posidonomies et Crinoïdes, le calcaire à Céphalo-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

podes, le grès du lias, le calcaire à Astrées et Brachiopodes, la dolomie, le mélaphyre, l'aphanite, la pierre verte, la syénite, la syénite pyroxénique du mont Monzon, le granite à tourmaline, le grès doléritique en partie un tufa, le grès du Bellunais, le sable vert avec l'argile tertiaire.

Chap. 1er, Alpes du Bellunais. Chap. 2, Montagnes en avant des hautes chaînes, depuis Conegliano jusqu'au lac de Garda. Chap. 3, Résumé des faits. Chap. 4, Végétation, géographie botanique. Chap. 5, Mesures de hauteur.

Dans le chap. 1er on trouve un passage où l'auteur dit avoir observé l'*Orthoceras regularis*, Schloth, avec les *Terebratula biplicata*, Sow., le *Pecten vimineus*, Sow., et des *Evomphalus*. Ce calcaire est placé sur le calcaire à Myes et Posidonomies; plus haut les Évomphales augmentent, puis viennent les calcaires à Céphalopodes.

D'après le résumé, l'ordre des formations serait : schiste argileux, porphyre quarzifère, grès bigarré, ou à Myes, calcaire à Posidonomies, calcaire à Encrines, calcaire à Céphalopodes, trapp (ces diverses roches massives), grès doléritique, calcaire à Astrées et Brachiopodes (calcaire jurassique? à Polypiers), calcaire à poissons et grès du Bellunais, basalte, argile tertiaire, calcaire à Nummulites et nagelfluh. Les fossiles de Saint-Cassian sont sur un horizon, entre le calcaire jurassique et la craie. — L'auteur nie la dolomisation, confond les effets des soulèvements dans le contournement des couches, rejette les brèches provenant de la sortie des matières ignées, mais reconnaît l'origine ignée de beaucoup de matières massives intercalées dans les couches coquillières.

M. Chr. Schmitz a publié une carte géologique d'une partie des Alpes bavaroises, savoir, entre l'Isar et la Wertach. C'est donc un travail qui se joint aux relevés dont on s'occupe en Tyrol. Comme cette carte est enfouie dans la *Gazette industrielle de Bavière* (*Kunst und Gewerbsblatt des polytechnischen Vereins fur das Koenigreich Bayern*, 1843, cah. 8 et 9, pag. 486-555), il faut se hâter de la tirer de l'oubli. Le même auteur avait déjà énuméré les minéraux utiles des Alpes bavaroises, en 1842 (même journal, 1842, p. 290).

En 1840, MM. Meinhold et Lutz reçurent l'ordre de faire le relevé géologique de ces Alpes, de leurs gîtes de métaux et de leurs roches exploitées. Ce sont ces observations que M. Schmitz nous donne.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Le terrain se divise, 1° en pays de collines variant de 3,357 à 3,584 p. bavarois pour la hauteur; 2° en montagnes avancées d'environ 5,331 p., comme le Hoernle, à 5,554 comme l'Edelsberg, près Nesselswang; 3° en hautes montagnes dont l'altitude varie de 5,660 à 10,094 p. La première chaîne de ces dernières varie de 6,583 à 7,550 p. La seconde de 8,289 à 10,094 p., élévation qu'atteint le Zugspitz. — La hauteur des vallées est la suivante. L'Isar coule de 2,934 à 3,119 p. de hauteur, comme à Mittelwald; la Loisach coule de 2,092 à 2,789 p.; l'Amper de 2,745 à 3,112 p.; le Lech à 2,774 p. à Tussen; la vallée du Vilsthal est à 3,102 p.

Les formations composant ces Alpes, sont 1° la molasse à lignite; 2° la craie et le grès vert; 3° le calcaire secondaire des Alpes, comprenant, comme il est indiqué sur la carte, un calcaire foncé, un calcaire de teinte claire, de la marne schisteuse, de la dolomie, de la brèche dolomitique, du calcaire dolomitique, du grès, des argiles schisteuses et des agglomérats siliceux. De plus, il y a beaucoup d'alluvions *anciennes* et *modernes*.

Ces *derniers dépôts* comprennent de grandes tourbières, 23 dépôts d'amas de travertin, des agglomérats, des blocs erratiques pesant jusqu'à 20 à 30 quintaux et offrant des schistes cristallins placés sur le sol secondaire. Les sept localités suivantes sont citées, savoir: Kugelbach, Schillbach, Isar, Alp de Wallgau, Tinzbach et Mittenwald. — Il y a aussi un dépôt alluvial crayeux connu dans 9 points, et retrouvé ailleurs dans les Alpes. C'est un produit du lavage des calcaires par les eaux, disait-on jadis; il faudrait voir si ce n'est pas aussi un détritus provenant de coquillages terrestres et fluviatiles, ou même de microscopiques? (comparez Mém. de Lill, *Zeitsch. f. Min.*, 1829, C. 2, p. 147).

La *molasse* atteint une élévation de 2,000 à 3,849 p., savoir: à Maria Trost, près Pfrondten. Sa direction est O.-E. h., 6 à 7, son inclinaison au S. ou N. sous 30° à 80°, quelquefois même les couches sont verticales. Il y a deux sources minérales sulfureuses près de Wies.

L'auteur cite dans la molasse onze localités de lignite, savoir: à Tiefenbruck, Wies, Murnau, Lechbruck, Echelsbach, Wildsteig sur l'Ilbach, Rottenbach, Hirschau, Ramsau, Schmalz et le haut Peissenberg (3,584 p.).

La *craie* et le *grès vert* varient de 3,584 à 5,645 p. en hauteur, leurs vallées ont de 2,092 à 2,828 p. d'élévation. Le Hohe-Blech est une montagne crétacée qui atteint 5,645 p., donc 1,791 p. de plus que les cimes les plus élevées de la molasse. Les couches cré-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tacées courent aussi O.-E. h., 6 à 7, en inclinant au S. ou au N. sous 30° à 80°. Ce terrain est composé de calcaires compactes ou schisteux, de grès, d'agglomérats, d'argiles et de marnes. On y trouve des pyrites, des nids de houille et des pierres à aiguiser. (*Hohen Amergau*).

Le grès vert et la craie sont limités au N. par la molasse sur une ligne allant de Kiebbach à Kappel, Eisenberg sur le Ach et Murnau, et au S. par le calcaire secondaire dans la vallée de Vils, à Fussen, à Unter-Amergau, Ober-Amergau et Ohlstatt. Le grès vert existe surtout dans le Vilsthal à l'O. de Loisach et au S. de Unter-Amergau.

Le *calcaire secondaire*, s'élevant de 2,762 à 10,094 p., a ses couches courant O.-E. et inclinant au S. ou au N., de manière qu'il est évident que ces chaînes de diverses formations ont été redressées toutes ensemble d'une pièce.

Les dépôts subordonnés du calcaire secondaire jurassique sont le fer hydraté dans seize localités, des mines ou des gîtes de galène et de calamine dans sept lieux. Dans le Hollthal il y a du plomb molybdaté et de la galène. — Il existe six amas de gypse, savoir: à Achenbach, près de Pfronten, dans le Faulenbachthal; à Aelpele, près de Hohen-Schwangau; à Oberau sur la Loisach; à Partenkirchen et Kaltenbrun.

Des grès à aiguiser sont subordonnés à ce calcaire et exploités dans cinquante-deux carrières dans le Bas-Amergau. — Il y a de plus des marbres et des dolomies, comme près de Fussen, des calcaires hydrauliques, et cinq sources hydrosulfureuses froides. Celle de la vallée du Faulenbach, près de Fussen, dépose du gypse, celle d'Eschenlohe de la dolomie, et celle de Kanizerbrunn, près de Partenkirchen, du calcaire noir; et il y en a deux autres plus à l'O., savoir: à Petersbad et à Sulzle.

Comme les chemins de fer dévorent des quantités énormes de bois, on veut y substituer autant que possible les houilles; pour cela, on vient de décréter à l'administration des mines d'Autriche de nouvelles ordonnances pour faciliter et favoriser davantage l'extraction des houilles et des lignites. Si nous réfléchissons à la quantité de combustible qui sera consumée annuellement, quand l'Europe sera couverte de chemins de fer, d'usines et de fabriques de toute espèce, il nous paraît que les temps où il y aura disette de combustibles ne se montreront pas dans un avenir si éloigné qu'on se plaît à le croire de nos jours. De deux choses l'une: ou on y suppléera par de nouvelles inventions, ou on sera obligé de modifier l'élan industriel. Les peuples

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

qui ont abondance de combustibles font mal de s'en dessaisir, lors même qu'actuellement leurs mines paraissent inépuisables; le moment fatal arrivera comme pour toutes les autres mines, d'autant plus que la terre se peuple toujours plus et se civilisera tous les jours davantage.

Il est donc impossible de fixer la durée de l'exploitation probable d'une mine, car plus l'emploi du minerai se multiplie pour des causes croissantes dans des progressions incalculables d'avance, moins l'exploitation durera. — En général, on ne peut trop reconnaître quel bienfait c'est pour l'homme que le fer se trouve partout, pour ainsi dire, et que ce soit le seul métal qu'on puisse presque croire *inépuisable;* tandis qu'il arrivera nécessairement un moment, dans des milliers d'années, où toutes les mines d'autres métaux seront épuisées, et on peut même prévoir qu'un jour il faudra avoir recours à une autre monnaie que notre argent ordinaire. Cependant si tout s'use dans ce monde, rien ne s'y perd; cet or, cet argent, ce cuivre, etc., qui disparaissent par l'usure en parcelles imperceptibles dans des boues ou des alluvions, pourront en être extraites un jour avec profit, quand leur rareté deviendra grande. — Mais revenant aux houillères, on a souvent estimé que l'Angleterre avait des houilles pour plusieurs milliers d'années, parce qu'on a eu devant soi les tables des quantités consommées et exportées, comme aussi l'estimation approximative de la masse de houille sous terre; mais dans ces calculs on n'a jamais tenu compte des augmentations que peuvent subir et que subissent les consommations et les exportations. Ainsi a-t-on pensé alors à tous nos chemins de fer, à toutes ces usines, à tous ces navires portant des houilles aux quatre coins du globe? Nullement. Eh bien! tout cela n'est encore rien, comparé à ce que l'avenir exigera de l'Angleterre; or, je le demande, s'il n'y a pas lieu d'être alarmé pour la civilisation d'un tel pays, s'il n'avait réellement devant lui qu'un millier d'années de bien-être. — Les combustibles ont toujours été un facteur important dans l'économie publique; mais de nos jours ils le sont devenus tellement, que l'influence totale soit d'un manque, soit d'une abondance de combustibles sur une population, un pays, est une chose qu'on ne peut pas encore apprécier, parce qu'elle est encore incalculable; mais ce qui paraît déjà sûr, c'est qu'il ne se passera pas cent ou deux cents ans, sans que la modification éprouvée dans la quantité de combustibles ne se fasse sentir par divers symptômes dans plus d'un pays. Parmi les changements que pronostiquent les promoteurs des chemins de fer, ils n'ont pas encore parlé de ce

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dernier. Malheur aux peuples qui manqueront de combustibles et n'auront pas replanté leurs montagnes!

Un voyageur à nous inconnu a inséré dans une feuille publique les notes géologiques suivantes sur quelques *îles de l'Asie-Mineure occidentale*. Les îles de Chalke, de Syme, de Karpathos et de Kasos sont des îles composées de calcaire compacte probablement crétacé. — L'île de Rhodes a pour noyau central le haut Atabyron, composé de calcaire compacte et de marbre; mais les basses hauteurs et les caps de la côte sont composés la plupart de grès. — Nisyros est un volcan éteint avec un cratère écroulé au milieu de l'île, et un cratère-lac à eaux sulfureuses. — Les hautes montagnes de l'île de Cos sont des roches volcaniques anciennes avec des sources chaudes hydrosulfureuses. — Pathmos est une île toute volcanique. — Kalymnos est composée de grandes montagnes de calcaire ayant plus de 2,000 p., et *placées*, dit-il, sur des agglomérats ponceux. — L'île de Lexos, entre Kalymnos et Pathmos, est composée de calcaire et de schistes, et l'île de Télos est peut-être volcanique. — Je donne mon renseignement tel quel, *ad referendum*.

M. Petzholdt a donné un voyage géologique en Saxe, Bavière, Haute-Autriche, Salzbourg, Tyrol et Basse-Autriche, sous le titre : *Beitræge zur Geognosie von Tyrol* (Observations sur la géologie du Tyrol; Leipzig, 1843, in-8° avec 54 vignettes). — Il y a bien des curiosités, des observations faites en courant et des attaques contre la théorie de la dolomisation.

Séance du 22 janvier 1844.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

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

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le docteur Lortet, ses *Documents pour servir à la géographie physique du bassin du Rhône*, in-8°, 44 pages, 5 pl. Lyon, 1843.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

De la part de M. de Collegno, son travail *Sur les terrains diluviens des Pyrénées* (extrait des *Annales des sciences géologiques*, publiées par M. Rivière, 1843), in-8°, 61 pages.

De la part de M. Ch. Martins, son travail intitulé : *Un hivernage scientifique en Laponie* (extrait de la *Revue indépendante*, livraison du 25 décembre 1843), in-8°, 31 pages.

De la part de M. Damour : *Sur une obsidienne de l'Inde qui a éclaté avec détonation au moment où on la sciait*, in-4°, 3 pages. (Extrait des *Comptes-rendus de l'Académie*, 1844.)

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Les *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1844, 1er semestre, n° 3.

Le *Mémorial encyclopédique*, n° de décembre 1843.

L'Institut, n° 525.

L'Écho du Monde savant, n° 3 du 1er semestre 1844.

The Athenæum, n° 847.

The Mining Journal, n° 439.

M. le Président fait connaître à la Société qu'elle aura à élire dans la séance suivante un membre du conseil en remplacement de M. Duperrey, qui n'a pas accepté ces fonctions.

M. Raulin lit l'extrait suivant d'une lettre de M. Buvignier, de Verdun (Meuse).

Dans la communication faite par M. d'Orbigny à la Société, dans la séance du 15 mai 1843, il dit, page 468, avoir vu dans ma collection divers fossiles des espèces du gault provenant de la craie chloritée de Varennes. Les *Ammonites mamillatus*, *A. interruptus*, *A. Milletianus*, l'*Inoceramus concentricus*, etc., ne proviennent pas de la craie chloritée de Varennes, mais de celle des cantons de Rumigny, Signy-le-Petit et Chaumont-Porcien, dans les Ardennes. Dans ces cantons, le gault est à peine représenté par 2 à 3 mètres de sable et d'argile, et il est remplacé par une craie chloritée, qui diffère par ses caractères extérieurs de celle de Vouziers et de Varennes, bien qu'elle soit comme celle-ci un hydrate de silice mélangé d'un peu de sable et de grains verts. Mais dans ces cantons voisins du département de l'Aisne, tous les fossiles diffèrent de ceux que l'on rencontre dans la *gaize* de la Meuse, et ils appar-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tiennent presque tous au gault; de sorte que l'on doit conclure que la craie tufau de Vouziers et de Varennes n'est pas contemporaine de celle de Chaumont-Porcien, et que cette dernière se déposait lorsque le gault se formait dans l'autre contrée.

Je partage tout-à-fait votre opinion sur les nodules fossilifères du gault, exprimée page 485. Leur forme indique qu'ils ont été produits par concrétion, de la même manière que les silex de la craie. Il en est d'ailleurs beaucoup où l'on rencontre, au milieu du ciment qui les a solidifiés, des grains de sable semblables à ceux de la couche qui les empâte. Si les fossiles ne se retrouvent généralement que dans ces nodules, cela tient sans doute à ce que ceux d'entre eux qui n'ont pas été enveloppés dans la matière concrétionnée n'ont pas trouvé dans les sables et les argiles qui empâtent les rognons, un milieu aussi favorable à leur conservation. Dans les nodules mêmes, le test est rarement bien conservé. J'ai d'ailleurs trouvé des fossiles dans les sables mêmes : il est vrai qu'ils étaient très fragiles et presque toujours brisés; mais cela même vient à l'appui de mon opinion. Parmi ceux qui étaient déterminables, je citerai les *Lima canalifera*, Goldf., et *Lima* (*Plagiostoma*) *aspera*, Mant., qui se rencontrent également dans les nodules. La dernière, dont le test n'est que peu endommagé, laisse voir que la partie voisine des crochets a été remplie par la matière concrétionnée, tandis que l'autre partie est remplie par le sable et les grains ferrugineux plus faiblement agglomérés. Je crois que ces circonstances ne laissent aucun doute sur la formation des nodules, dans la position même qu'ils occupent.

A la suite de cette lecture, M. Raulin rappelle que dans la séance du 15 mai 1843 (*Bulletin*, p. 485), il a soutenu que les rognons fossilifères de Novion, Macheroménil et Sauces sont des concrétions jouant, dans les sables verts de ces localités, le rôle des *cherts* dans la craie chloritée, contrairement à l'opinion émise par M. Al. d'Orbigny, que ces rognons ont été remaniés, et ne se trouvent plus à la place où ils ont été formés. Il fait ensuite remarquer que sa manière de voir, corroborée successivement par MM. d'Archiac et Leymerie, qui ont vu les mêmes localités ou d'autres analogues, reçoit un bien plus grand degré de probabilité encore par l'adhésion que vient d'y donner M. Buviguier, qui a étudié ces localités avec soin pendant plusieurs années,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

avant de publier, conjointement avec Sauvage, la *Statistique géologique des Ardennes.*

M. Raulin lit ensuite une *Note sur la position géognostique de la* gaize *ou* pierre morte *de l'Argonne.*

Quant à la première partie de la lettre de M. Buvignier, nous avions déjà remarqué, en lisant les *Considérations sur les Gastéropodes*, l'erreur dans laquelle M. d'Orbigny est tombé (*Bulletin de la Société géologique de France*, tome XIV, page 468, et *Paléontologie française, terrains crétacés*, tome II, page 412) relativement à la place qu'il faut assigner à la *gaize* ou *pierre morte* de Varennes, dans la série des terrains. Nous nous réservions de la relever aussitôt après la publication du troisième volume de la *Paléontologie française*, qui doit contenir les coquilles bivalves. Toutefois, comme la discussion est ouverte sur ce point en ce moment, nous croyons devoir en profiter pour émettre de suite notre opinion conforme à celle de M. Buvignier, et pour la développer en l'appuyant sur des faits. La *gaize* est une roche en grande partie siliceuse, tendre, légère, un peu chloritée, non effervescente, le plus souvent d'un jaune verdâtre, renfermant des silex gris opaques qui se fondent dans la masse où ils sont disséminés un peu irrégulièrement. Elle forme sur la rive droite de l'Aisne, depuis le canal des Ardennes, près d'Attigny et du Chêne au N., jusqu'à Triaucourt au S., sur une longueur de plus de 6 myriamètres, et sur une largeur d'un myriamètre environ, une région élevée, couverte de forêts, connue sous le nom d'*Argonne*, séparant la Champagne de la Lorraine, et atteignant des altitudes de 250 à 300 mètres, tandis que les plaines voisines, soit crétacées, soit kimméridiennes, ne s'élèvent qu'à 150 ou 200 mètres. Les vallées qui découpent cette région naturelle sont étroites, ont de 60 à 100 mètres de profondeur, et sont le plus souvent entièrement creusées dans la gaize, surtout dans la partie médiane de la bande, entre Grandpré et Clermont. A l'E. de cette bande continue, la gaize constitue en outre les sommets d'un certain nombre de buttes éparses à la surface de la plaine kimméridienne, entre Andevanne et Apremont, et entre Montfaucon et Neuvilly, et dont la hauteur atteint jusqu'à 340 mètres. L'Argonne, ainsi caractérisée, est le bord d'un dépôt lenticulaire qui plonge à l'O. sous la craie de la Champagne, et qui se relève à l'E. pour laisser ressortir les dépôts jurassiques de la Lorraine. A l'O., sur les bords

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de l'Aisne, on voit sur plusieurs points, notamment à Moiremont, près de Sainte-Menehould, la gaize placée immédiatement au-dessous de la craie, et se liant à celle-ci, qui est alors un peu marneuse, légèrement grisâtre, avec *Catillus Lamarckii* et autres fossiles assez rares. A l'E., dans la vallée de l'Aire, à Grandpré, Varennes, Clermont, etc., on la voit partout reposer sur des argiles grises exploitées pour de nombreuses tuileries et poteries, et contenant comme fossiles les plus abondants : les *Belemnites minimus*, *Ammonites dentatus*, *A. Deluci*, *A. Benettianus*, *Rostellaria carinata*, *Dentalium decussatum*, *Inoceramus concentricus*, *Nucula pectinata*, *Trigonia aliformis*, etc. Ces argiles, dont l'épaisseur varie de 20 à 30 mètres, reposent elles-mêmes sur les sables plus ou moins argileux, chlorités, verts-noirâtres, avec rognons endurcis, contenant les fossiles si nombreux et si connus de Varennes, etc., que tous les géologues et les paléontologistes rapportent sans hésiter au gault ou grès vert. Ces sables reposent eux-mêmes directement sur les étages jurassiques supérieur et moyen, par suite de l'absence du terrain néocomien dans cette partie de la ceinture crétacée du bassin de Paris. La place de la *gaize de l'Argonne* dans la série des terrains, abstraction faite des fossiles qu'elle renferme, n'est donc pas douteuse : elle est située entre le gault et la craie blanche inférieure, auxquels elle se lie par ses parties inférieure et supérieure. Elle occupe donc, dans cette partie de la France, la place assignée à la craie chloritée ou tufau dans la Touraine ou les autres localités.

Relativement aux fossiles assez peu abondants qu'on y rencontre, nous avons examiné de nouveau notre collection, déterminée en partie déjà par M. d'Orbigny, et nous avons ensuite passé successivement en revue les deux premiers volumes de la *Paléontologie française*. Les espèces déterminables sont au nombre d'environ 25, sur lesquelles 5 Céphalopodes et 5 Gastéropodes ont déjà été décrits dans les deux premiers volumes de cet ouvrage : les autres consistent en Acéphales et Rayonnés qui ne le sont pas encore. Ces dix espèces, ainsi qu'on peut le voir dans la description particulière de huit d'entre elles, sont indiquées par M. d'Orbigny comme provenant de la *craie chloritée* ou *tufau* de Montblainville, Varennes, Neuvilly ou Montfaucon. Plusieurs d'entre elles n'ont encore été trouvées que dans l'Argonne, tandis que les autres sont citées comme se retrouvant ailleurs, soit dans la craie chloritée, soit dans le gault. Dans le tableau suivant, nous donnons les noms de ces dix espèces, et en regard de chacune d'elles les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

étages et les localités où elles ont déjà été rencontrées, en ayant bien soin toutefois de ne puiser ces indications que dans la *Paléontologie française*, afin de ne pas introduire dans cette question d'éléments réputés douteux ou erronés par M. d'Orbigny.

ESPÈCES.	GAULT (t. albien).	CRAIE CHLORITÉE (t. turonien).
Ammonites inflatus, Sow.	Ile de Wight, Wissant, le Havre, Troyes, P.-du-Rhône, les Fis.	
— *catillus*, Sow.		Sussex, Sarthe.
— *falcatus*, Mant.		Sussex, Sarthe, Aube.
— *Renauxianus*, d'Orb.		
Hamites armatus, Sow.	P.-du-Rhône, les Fis.	Rouen, Aube, Drôme, Vaucluse, Aude.
Cerithium ornatissimum, Desh.	Aube.	
Pleurotomaria Moreausiana, d'Orb.		
Solarium ornatum, Fitt.	Wissant, P.-du-Rhône.	
Chemnitzia mosensis, d'Orb.		
Avellana Rauliniana, d'Orb.		

On voit que, jusqu'à présent, en France, sur ces dix espèces, et en ne consultant que la *Paléontologie française*, trois se trouvent exclusivement dans le gault, deux sont particulières à la craie chloritée, et une seule est commune à ces deux étages, tandis que les quatre autres espèces ne se sont jusqu'à présent rencontrées que dans l'Argonne, à l'exception cependant de l'*Ammonites renauxianus*, que M. d'Orbigny avait d'abord reçue du département de Vaucluse, et qu'il avait classée avec quelque doute dans le terrain néocomien, d'après la nature de la roche seulement.

Les considérations purement géologiques mènent donc, aussi bien que l'examen de la superposition des couches, à voir dans la *gaize de l'Argonne* quelque chose d'intermédiaire à la craie chloritée supérieure de la montagne Sainte-Catherine, près de Rouen, et au gault de Wissant, de l'Aube, etc., puisqu'on y trouve dans les mêmes bancs exploités dans le pays pour moellons et pierres de taille, et sans qu'il soit possible de recourir à un remaniement, un mélange des espèces de ces deux étages, quelque chose, en un mot, qu'on ne peut rapporter d'une manière absolue ni à l'un ni à l'autre, mais qui établit un passage. Les caractères physiques de la roche, cependant, nous engagent à la considérer plutôt comme la *partie inférieure de la craie chloritée* ou *tufau*, conformément à l'opinion émise en premier lieu par M. d'Orbigny dans la description de presque toutes les espèces, et à rejeter celle qu'il a proposée plus tard dans ses *Considérations sur les Gastéropodes* (Bull.,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

page 468). La plupart des géologues, nous n'en doutons guère, adopteront notre manière de voir; mais lors même que quelques uns voudraient faire de la gaize de l'Argonne la partie supérieure du gault, aucun, à coup sûr, en dressant des listes des fossiles des étages crétacés du bassin de Paris ou de la France entière, n'imitera M. d'Orbigny en rangeant dans des étages ou terrains différents des espèces qui se trouvent dans la même carrière et dans la même couche. En effet, M. d'Orbigny, tout en disant, page 468, qu'il faut placer la craie tufau de Varennes dans le gault, parce qu'on y trouve les *Ammonites inflatus, Cerithium ornatissimum*, et *Solarium ornatum*, n'en continue pas moins à ranger dans la craie chloritée (pag. 468, 469 et 470) les *Pleurotomaria Morcausiana, Chemnitzia mosensis*, et *Avellana Rauliniana*. Il ne rappelle pas non plus qu'on doit, à l'exemple de l'*Hamites armatus*, considérer comme se trouvant à la fois dans le gault et la craie chloritée les *Ammonites catillus* et *A. falcatus*, et placer définitivement dans le gault l'*Ammonites Renauxianus*, rapportée d'abord au terrain néocomien avec doute, puis ensuite à la craie chloritée, par des raisons qui paraissent assez plausibles. Au surplus, quel que soit le parti que prenne M. d'Orbigny à l'égard de la gaize de l'Argonne, il faut nécessairement que, relativement aux dix espèces déjà déterminées, il admette, soit trois espèces de la craie chloritée dans le gault, soit quatre espèces du gault dans la craie chloritée; car, nous ne saurions trop le répéter, ces dix espèces ont été réunies par la nature, et aucune volonté humaine ne peut faire qu'il en soit autrement.

Maintenant que la place de la *gaize de l'Argonne*, dans la série des couches crétacées, se trouve déterminée d'une manière précise par la superposition des couches d'une part, et par la zoologie de l'autre, n'est-ce qu'un fait de plus à ajouter à ceux déjà si nombreux relatifs à la géognosie de la France, sans qu'on puisse le faire servir à quelque chose dans l'établissement des principes fondamentaux de la géologie? Nous ne le pensons pas. Nous croyons, au contraire, qu'on doit y voir un avertissement sérieux de ne pas se hâter de vouloir poser les lois relatives à la succession des êtres organisés. Ce fait du mélange d'espèces du gault et de la craie chloritée dans la même couche ne démontre-t-il pas de la manière la plus évidente qu'il n'y a pas eu dans la mer crétacée parisienne destruction brusque et complète des animaux du gault avant l'apparition de ceux de la craie chloritée, mais bien, au contraire, qu'il y avait remplacement successif et graduel des animaux qui prédominaient vers le milieu de la première époque par

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ceux qui ont prédominé plus tard vers le milieu de la seconde? Cet exemple incontestable ne fait-il pas voir aussi combien il est aventuré de vouloir poser comme des lois générales, dont l'action se serait fait sentir sur toutes les parties de la surface du globe terrestre à la fois, des conclusions établies sur un certain nombre de faits plus ou moins bien observés et de matériaux recueillis seulement en France, en Angleterre et en Allemagne? conclusions que des observations plus précises viennent, au bout de quelque temps, démontrer n'être pas même l'expression exacte des faits dans ces mêmes contrées. Tout ce que la science peut dire aujourd'hui de positif ne se réduit-il pas véritablement à ceci : que dans une localité ou dans un bassin donné, un groupe d'espèces qui vivaient à une certaine époque a été remplacé par un autre groupe presque entièrement ou même totalement différent, sans qu'il soit possible de savoir s'il y a eu à la surface entière du globe, à une ou plusieurs époques, destruction complète de tous les êtres organisés qui l'habitaient, suivie d'une nouvelle création, ou bien si seulement les espèces nouvelles ne faisaient qu'apparaître successivement au fur et à mesure de l'extinction des anciennes? Est-il donc même si difficile de prévoir que cette question d'une si haute importance, qui excitera toujours si vivement la curiosité de l'homme, ne recevra jamais de solution complète et incontestable, puisque plus des deux tiers de la surface du globe sont inaccessibles à ses recherches par leur position au-dessous des océans?

M. Alc. d'Orbigny dit qu'il répondra prochainement.

M. Raulin remplace M. de Wegmann dans les fonctions de secrétaire.

M. Viquesnel, trésorier, donne lecture du projet de budget pour 1844, discuté et adopté par le conseil.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Budget présenté par AUGUSTE VIQUESNEL, trésorier, *pour les Recettes et Dépenses à faire pendant l'année* 1844.

RECETTE.

NUMÉROS DES ARTICLES.	NATURE DES RECETTES.	BUDGET DE 1843.	SOMMES ADMISES pour 1844.
1	Reliquat du compte précédent.	1,551 75	1,079 20
2	Cotisations. . . Année courante.	8,000 »	9,500 »
	Années arriérées.	1,500 »	1,200 »
	De 1845.	120 »	300 »
	Une fois payées.	600 »	1,800 »
3	Droits d'entrée.	500 »	500 »
4	Vente du Bulletin.	200 »	200 »
5	— des Mémoires.	1,000 »	1,000 »
6	Rentes sur l'Etat.	970 »	1,068 »
7	Recettes diverses.	50 »	100 »
8	— extraordinaires relatives aux Mémoires. . . .	1,650 »	» »
9	Intérêts du placement sur le Trésor pour faire face aux dépenses relatives au Résumé des progrès de la géologie.	» »	30 »
	Totaux.	16,141 75	16,777 20

DÉPENSE.

NUMÉROS DES ARTICLES.	NATURE DES DÉPENSES.	BUDGET DE 1843.	SOMMES ALLOUÉES pour 1844.
1	Agent.	1,800 »	1,800 »
2	Garçon de bureau.	800 »	800 »
3	Travaux auxiliaires.	300 »	300 »
4	Mobilier.	200 »	100 »
5	Dépenses diverses.	250 »	250 »
6	Ports de lettres.	200 »	350 »
7	Bibliothèque.	400 »	300 »
8	Impressions et lithographies diverses.	150 »	150 »
9	Collections.	100 »	100 »
10	Chauffage, éclairage.	400 »	400 »
11	Impression du Bulletin.	4,300 »	5,000 »
12	Port du Bulletin.	700 »	900 »
13	Dépenses extraordinaires pour le Résumé des progrès de la géologie.	1,000 »	1,000 »
14	Achats de Mémoires.	1,800 »	1,900 »
15	Dépenses supplémentaires relatives aux Mémoires. . . .	1,500 »	» »
16	Loyer, contributions, assurance.	1,150 »	1,150 »
17	Change et retour de mandats.	300 »	300 »
18	Dépenses imprévues.	» »	100 »
19	Placements de capitaux en achats de rentes 5 0/0. . . .	600 »	1,800 »
	Totaux.	15,950 »	16,700 »

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La Recette présumée étant de.....	16,777	20
Et la Dépense présumée étant de.....	16,700	»
Il resterait un excédant de.....	77	20

Paris, le 19 janvier 1844.

AUGUSTE VIQUESNEL.

La Société adopte le budget sans aucune modification.

M. Pissis, par suite de la lecture du procès-verbal, lit la note suivante :

Réponse à la note lue par M. Raulin dans la séance du 15 janvier 1844.

Nous ne voulons pas prolonger une discussion qui, n'ayant produit d'autres faits que ceux que nous avions déjà signalés, ne serait que de peu d'utilité pour la science. Nous répondrons donc le plus brièvement possible à la dernière note de M. Raulin.

M. Raulin affirme que le terrain tertiaire d'Autrac n'est point superposé, mais adossé à un mamelon gneissique dont il a pris l'altitude. Si nous n'avions vu qu'une seule fois cette localité, nous hésiterions à nous prononcer d'une manière aussi arrêtée que M. Raulin; mais nous l'avons visitée une première fois en 1829, puis en 1833, époque à laquelle nous avons envoyé des échantillons pour les collections de la Société, une troisième fois en 1835, où, parcourant le terrain même, nous avons tracé sa position sur la carte de Cassini telle qu'elle a été figurée plus tard dans la carte géologique du N. de la Haute-Loire; enfin, en 1841, en nous rendant aux mines de Leyvaux, nous avons encore revu ce point, et nous l'avons nous-même indiqué à M. Raulin lorsqu'il partit, en 1842, pour l'Auvergne. Nous pouvons affirmer que, dans ces quatre explorations, nous n'avons point vu de gneiss à un niveau supérieur à celui du terrain tertiaire; le point qui culmine tous les autres est une montagne basaltique, la Croix-du-Cornet; le terrain tertiaire s'observe à l'E., au S. et à l'O., immédiatement au-dessous du basalte, et au N. une coulée qui se dirige vers la Chaud empêche de voir le terrain sous-jacent. M. Raulin affirme encore que le sommet de la montagne du Caure est primitif et que le terrain tertiaire se montre à sa base; c'est précisément tout l'opposé : la base de cette montagne est formée par le gneiss, la partie moyenne par le terrain tertiaire, et le sommet est un vaste

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

plateau basaltique. Ses souvenirs le trompent encore lorsqu'il dit avoir été d'Issoire à Bournoncle sans quitter le terrain tertiaire; car nous ne pouvons supposer qu'il ait franchi d'une seule enjambée la vallée de l'Allagnon, et cette rivière, depuis sa jonction avec l'Allier jusqu'à sa source, coule constamment sur le terrain houiller ou sur des roches gneissiques.

Nous arrêterons-nous maintenant sur les comparaisons qu'il établit entre ses mesures et celles des autres observateurs, les nombres qu'il donne ne feraient que confirmer ce que nous avions avancé, puisque, d'après ces nombres mêmes, la différence de niveau entre Paulhaguet et le pont de Lempdes serait, d'après les mesures de M. Rozet, de 170 mètres; tandis que, d'après celles de M. Raulin, elle serait de 107 mètres; ce qui donne une erreur de 63 mètres, chiffre bien supérieur à 48 mètres, qui est celui que nous avions indiqué comme possible.

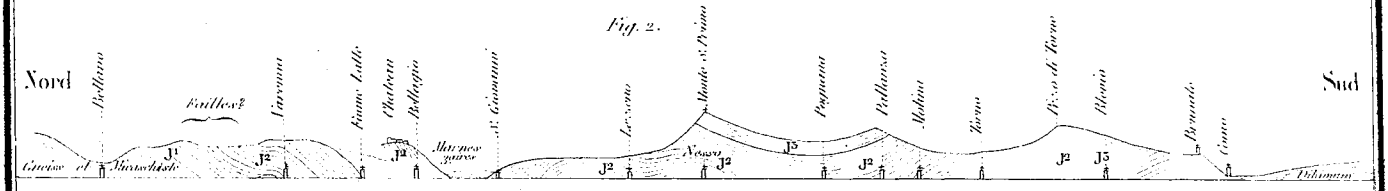
Sera-t-il nécessaire, après cela, de dire que les comparaisons qu'il établit entre les altitudes du terrain tertiaire au puy Saint-Romain et à Mozun, avec celles d'autres points de la Limagne, ne prouvent rien; et cela par deux raisons: c'est qu'au puy Saint-Romain et à Mozun le terrain tertiaire a pu être déplacé par la sortie des dykes puissants qu'on y observe, et qu'en comparant l'altitude des couches tertiaires au puy Saint-Romain avec celle des couches de Lespinasse, il prend tantôt la partie supérieure, tantôt la partie inférieure du terrain tertiaire, oubliant totalement son épaisseur, qui est de plus de 200 mètres.

Nous terminerons cette note en faisant remarquer que les trois dernières conclusions de M. Raulin reposent sur un seul point, sur le relèvement général du terrain tertiaire de la Limagne autour du puy de Barneyre comme centre, tandis que tous les faits que présente ce terrain nous paraissent en contradiction avec cette hypothèse. C'est ainsi que l'Allier, les trois Couses, l'Allagnon, la Senouire, coulent constamment au-dessous du terrain tertiaire dans toute la partie située au S. du puy de Barneyre; tandis que l'Allier, sur le point le plus rapproché de cette montagne, coule sur ce même terrain. C'est ainsi que les arkoses du puy de Corent, qui, à cause de leur proximité de Barneyre, devraient être à un niveau supérieur aux autres, sont de beaucoup inférieures aux arkoses de Four-la-Brouque, de Vic-le-Comte, de Mont-Peyroux et du puy de Chateix. C'est encore ainsi que les couches supérieures du terrain tertiaire, qui devraient être aussi plus élevées au puy de Corent que sur les autres points, celui de Barneyre excepté, sont à un niveau inférieur à celles de Gergovia, du puy de Giroux, de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Disposition générale du terrain jurassique sur les bords du lac de Como.

Fig. 2.



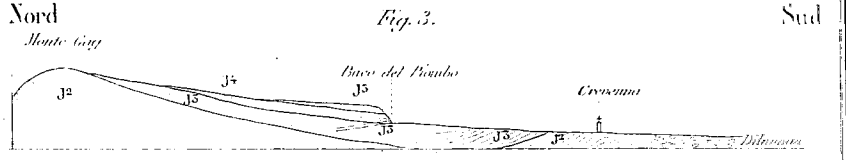
Calcaire enclavé dans le gneiss à la Malpensata

Fig. 1.

1. Calcaire saccharoïde
2. Gneiss très schisteux
3. Calc. micacé à gros grains
4. Grès feldspathique semi-crist.
5. Calcaire micacé

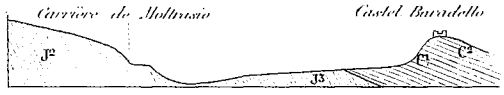
Terrain jurassique du nord de Crevenna.

Fig. 3.



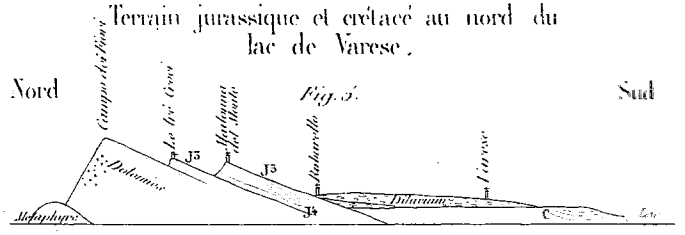
Superposition des poudingues crétacés au calcaire jurassique près de Como.

Fig. 4.



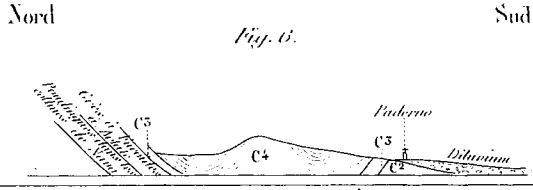
Terrain jurassique et crétacé au nord du lac de Varese.

Fig. 5.



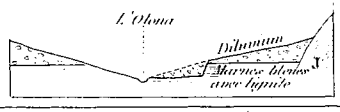
Terrain cretacé sur le bord de l'Adda au nord de Paderno.

Fig. 6.



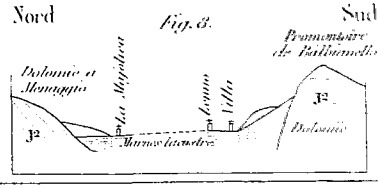
Marnes marines pliocènes à La Fola.

Fig. 7.



Marnes lacustres pliocènes sur le lac de Como.

Fig. 8.



Explication des signes pour les figures 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8.

J5	Calcaire compacte blanc (majolica)	C4	Marnes bigarrées rouges et bleues
J4	Calcaire marneux rouge de brique	C3	Calcaire à nummulites
J3	Calcaire gris de fumée avec silex	C2	Grès à fucoïdes
J2	Calcaire noir bitumineux	C1	Poudingue exploité comme pierre meulière
J1	Grès rouge passant au poudingue		

Formation jurassique — Formation crétacée

Gravé par Ch. Avril, Rue des Noyers 33 — Lith. de Simon Rue Montmartre 17

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Monjuzet, du puy Saint-Romain, du Mont-Celet, du plateau de Molzou, d'Autrac, et de la plupart des autres lambeaux placés sur la limite occidentale du terrain tertiaire, l'altitude du puy de Corent, y compris l'épaisseur de la nappe basaltique à l'E., étant de 578 mètres.

M. Raulin, tout en disant qu'il répondra dans la séance suivante, met cependant sous les yeux de la Société une carte manuscrite, qui fait voir que la gibbosité du puy de Barneyre se trouve à peu près dans le prolongement de la chaîne principale des Alpes, ainsi qu'il l'a avancé. M. Pissis dit que la différence de 14 lieues qu'il a indiquée lui paraît trop grande pour qu'on admette ce fait.

M. de Valdan commence la lecture d'un Mémoire intitulé : *Recherche des sources jaillissantes et superficielles dans la province d'Oran*, etc., par M. Ayraud, dont la seconde moitié est réservée pour la séance suivante.

M. de Collegno lit le Mémoire suivant :

Sur les terrains stratifiés des Alpes lombardes.

Lorsqu'on passe de la Suisse en Italie par l'un des cols situés entre le Simplon et le Splughen, on trouve généralement assez près de l'axe de la chaîne des Alpes des lambeaux de roches sédimentaires qui paraissent enclavés en stratification concordante au milieu des terrains de cristallisation. Les Bélemnites que l'on trouve sur les Nufenen, sur le Lucmanier, etc., semblent prouver que ces lambeaux appartiennent à la période jurassique, et par suite on a conclu que les schistes micacés ou talqueux, les gneiss même associés aux couches à Bélemnites, sont également des roches sédimentaires jurassiques qui ont pris la texture cristalline par suite de ce que l'on nomme aujourd'hui des actions métamorphiques. On peut voir dans la carte géologique de la France qu'une zone puissante de terrain jurassique modifié s'étend à l'E. de Sion (en Valais) parallèlement à la chaîne principale des Alpes, et les divers Mémoires de M. Sismonda sur les Alpes du Piémont (1) prouvent que les modifications des roches jurassiques ont atteint leur plus haut degré dans cette partie de la chaîne.

Au S. des roches métamorphiques, on trouve des granites le

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences de Turin*, de 1835 à 1843.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

plus souvent porphyroïdes (Saint-Gothard, Splughen), puis des gneiss que l'on regarde comme primitifs et qui contiennent sur plusieurs points des masses subordonnées de calcaire saccharoïde (Gandoglia, Musso, etc.). J'ai visité récemment les deux gisements de calcaire saccharoïde indiqués par M. de La Bèche à la partie septentrionale du lac de Como, et dans les deux localités le calcaire m'a paru offrir encore quelques traces de son origine sédimentaire. Ainsi, à Olgiasca (1), les anciennes carrières présentent aujourd'hui une excavation profonde entre deux parois d'un gneiss à mica noir, passant au micaschiste; le sol de ces carrières est formé par la tranche d'une assise calcaire de 8 mètres d'épaisseur intercalée dans le gneiss en stratification parfaitement concordante. La direction des couches est presque exactement de l'E. à l'O. (2), et le plongement vers le S. de 60° à 70°. Au contact du gneiss le calcaire contient une grande quantité de lamelles de mica; ce n'est qu'à 5 ou 6 décimètres de la surface de contact que le calcaire est pur : la texture en est plus ou moins fine; la couleur est tantôt parfaitement blanche, tantôt un peu bleuâtre; dans ce dernier cas, la roche donne par le choc une odeur bitumineuse. Le prolongement vers l'O. de l'assise calcaire rencontre le lac près d'une maison qu'on appelle la Malpensata (3); on voit là, au contact du gneiss, du côté du N., 3 mètres d'un calcaire saccharoïde à gros grains, puis 2 à 3 mètres d'un gneiss très schisteux, puis encore 3 mètres d'un calcaire micacé à très gros grains; au-dessus on trouve un lit assez mince d'une roche qu'on pourrait appeler, soit un grès feldspathique semi-cristallin, soit un gneiss à texture un peu arénacée; puis 1 mètre de calcaire micacé, et enfin le micaschiste et le gneiss qui se continuent vers le S. jusqu'à Bellano.

Le prolongement du calcaire d'Olgiasca rencontrerait à la rive opposée du lac de Como une crête calcaire dirigée également de l'E. à l'O., qui supporte les ruines du château de Musso, en fai-

(1) Je me suis servi dans mes courses des feuilles B 3 et B 4 de la grande carte du royaume Lombard-Vénitien, publiée il y a quelques années par le gouvernement; et c'est à ces feuilles que se rapportent les noms de localités cités dans ces notes; on peut consulter aussi la carte géologique du lac de Como, publiée par M. de La Bèche dans ses *Coupes et vues géologiques*, et celle des pays compris entre les lacs d'Orta et de Lugano, par M. de Buch, dans les *Annales des sciences naturelles*, tome XVIII.

(2) Toutes les directions indiquées dans ces notes se rapportent au méridien terrestre.

(3) *Voyez* la pl. II, fig. 1.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sant une saillie de près de 200 mètres au-dessus du lac. Le contact du calcaire avec le gneiss est caché entre Dongo et Musso par les fragments calcaires éboulés des hauteurs ; quelques uns de ces fragments présentent une texture saccharoïde, d'autres sont compactes et bleuâtres comme les calcaires de la partie méridionale du lac: auprès d'une chapelle située à mi-hauteur de l'escarpement calcaire la roche devient dolomitique ; au S. de cette chapelle le calcaire présente, près du contact avec le gneiss, des aiguilles d'amphibole; les premières assises du gneiss sont très riches en mica, et elles se désagrègent facilement en un sable micacé très brillant : mais ce qui donne le plus grand intérêt à la localité dont il s'agit ici, c'est que M. Curioni y a trouvé dans la dolomie des traces de coquilles bivalves, dont quelques unes assez bien conservées pour qu'il ait reconnu une lutraire qu'il croit être la *L. jurassi*, Al. Brong. (1). Je n'ai point trouvé moi-même de fossiles à Musso, mais tout ce que j'y ai vu me porte à penser, comme le fait M. Curioni, que le calcaire saccharoïde de cette localité résulte d'une modification des calcaires jurassiques que l'on voit au bord du lac à quelque distance vers le S. ; dès lors il est probable qu'une partie au moins des gneiss considérés comme primitifs, ont eux-mêmes une origine métamorphique, puisqu'il est difficile de ne pas les croire contemporains des calcaires qui leur sont associés. En tout cas, il me paraît évident que c'est à la formation jurassique qu'il faut rapporter les plus anciennes des couches non modifiées que l'on trouve à la partie supérieure des gneiss et des micaschistes de la Lombardie.

D'après ce que j'ai pu voir dans les trois étés que j'ai passé dans cette contrée, les terrains de sédiment y appartiennent à trois périodes géologiques distinctes, savoir : à la formation jurassique, aux formations crétacées, et à la plus récente des formations terfiaires, celle qui a reçu de M. Lyell le nom de pliocène. Je vais indiquer successivement les principaux caractères des terrains de ces diverses formations.

Terrain jurassique.

Le terrain jurassique des Alpes lombardes peut être partagé en cinq groupes qui sont, en allant de bas en haut : 1° un grès rouge passant souvent à un poudingue (quelquefois à une brèche) de

(1) *Voyez* la description du calcaire de Musso, par M. Curioni, dans le recueil italien intitulé *Il Politecnico*, tome II, p. 104.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

même couleur ; 2° un calcaire noir, bitumineux, plus ou moins schisteux ; 3° un calcaire gris de fumée avec silex ; 4° un calcaire marneux rouge de brique ; 5° un calcaire blanc, compacte, à cassure souvent conchoïde (*majolica*, *scaglia bianca*, *biancone* des géologues italiens).

Le grès rouge consiste en une pâte arénacée, d'une texture plus ou moins fine, d'une couleur rouge brunâtre, contenant des cailloux de quarz, de gneiss, de granite et de porphyre rouge (je n'y ai jamais trouvé de cailloux de mélaphyre) ; lorsque les cailloux acquièrent un certain volume, la roche passe à un poudingue qui conserve d'ailleurs tous les caractères de couleur et de composition que présente le grès. Sur quelques points voisins des roches cristallines stratifiées, le grès rouge prend une texture semi-cristalline et présente un aspect porphyroïde ; mais on y découvre toujours quelques galets qui ne laissent aucun doute sur son origine sédimentaire. L'épaisseur du grès rouge est très variable ; elle n'est que de quelques dizaines de mètres dans les galeries de Varenna, tandis qu'elle est de plus de 300 mètres à Introbbio, dans la Val Sasina.

Le calcaire noir est souvent très compacte ; il est alors susceptible de poli et fournit le marbre noir connu dans le pays sous le nom de *marmo di Varenna ;* les couches ont quelquefois plus d'un mètre d'épaisseur ; ailleurs cependant le calcaire noir se partage naturellement en dalles de quelques centimètres, et fournit des ardoises grossières (Moltrasio) ; quelquefois les feuillets sont aussi minces que ceux des ardoises d'Angers et des Ardennes (Perledo) ; mais comme la roche est alors fortement argileuse, ces ardoises ne résistent pas assez aux actions atmosphériques pour qu'on puisse les employer avec avantage. Le calcaire noir donne presque toujours une forte odeur bitumineuse par le choc du marteau ; quelquefois cette odeur est sensible en approchant des carrières (Argegno) ; ailleurs les couches calcaires sont séparées par des lits minces d'un grès schisteux imprégné de bitume (Besano). Sur quelques points, la surface des couches est enduite d'une poussière anthraciteuse noire (Olcio) ; quelquefois aussi on distingue entre les couches calcaires des veines très minces d'un combustible luisant, compacte, qui présente assez l'aspect du jayet (Moltrasio).

Les fentes produites dans le calcaire noir par les diverses dislocations qu'il a eues à subir postérieurement à son dépôt, ont quelquefois été remplies par un calcaire spathique blanc (Varenna) ; lorsque les fissures sont assez rapprochées pour amener une sorte

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de schistosité dans la roche, et que les veines spathiques sont très minces, il arrive quelquefois que les surfaces qui ont été longtemps exposées à l'air présentent des stries en creux correspondant aux veines spathiques, qui auraient été attaquées plus facilement que le calcaire un peu argileux qui forme la masse de la roche; il en résulte alors des *surfaces striées* qui reproduisent tous les accidents attribués exclusivement au frottement des glaciers par MM. Agassiz et de Charpentier. J'ai vu surtout, auprès de San Giovanni di Bellagio, *une surface striée* qui pourrait avoir fourni tous les échantillons figurés par M. Agassiz dans la pl. XVIII de ses *Études sur les glaciers* (1).

Le calcaire noir a été converti souvent en une dolomie plus ou moins cristalline (promontoire de Bellagio, montagne de Menaggio, etc.), ou en gypse (Nobiallo, Limonta), et l'on peut suivre assez souvent le passage graduel du carbonate de chaux au carbonate double ou au sulfate.

Il est difficile de juger quelle peut être l'épaisseur totale du calcaire noir, car je ne connais aucune localité où l'on voie à la fois le grès rouge qui lui est inférieur, et le calcaire gris de fumée qui le recouvre. A Varenna, cette épaisseur *paraît* dépasser 1,000 mètres; mais il y a là des failles qui augmentent de beaucoup l'épaisseur apparente du calcaire noir.

Le calcaire gris de fumée est plus constant dans ses caractères que ne l'est le calcaire noir sur lequel il repose : la couleur en est peu variable, si ce n'est dans les parties qui ont été longtemps exposées à l'air et qui ont pris quelquefois une couleur blanche très prononcée (Monte San Primo); l'épaisseur des couches varie de 3 à 6 décimètres; elles sont séparées quelquefois par des lits minces d'une marne arénacée grise (Tavernerio). Le calcaire gris de fumée contient presque toujours des lits de silex, d'une couleur un

(1) La *surface striée* dont il s'agit ici se trouve dans le lit d'un torrent que l'on rencontre à cinq minutes de l'église de San Giovanni di Bellagio, sur le chemin qui conduit à Vergonese; il faut remonter le lit de ce torrent pendant cinq minutes à partir du chemin, et on arrive alors à un point où la rive droite est formée par huit ou dix couches superposées, qui débordent l'une au-dessous de l'autre comme les marches d'un escalier. La surface de la couche plus élevée est striée en totalité, et on voit des stries aussi sur la tête de chacune des couches inférieures : on peut même constater que les stries se continuent à quelque distance dans les plans de contact de deux couches. Il est d'ailleurs assez facile de détacher des échantillons présentant sur un côté des stries bien prononcées, et sur les autres des veines très minces, qui correspondent à ces stries.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

peu plus foncée, qui semblent se fondre dans la pâte de la roche (cherts). Autant que j'ai pu en juger, l'épaisseur totale du calcaire gris de fumée est beaucoup moindre que celle du calcaire noir; elle n'atteint guère que 200 mètres (entre le calcaire noir de Crevenna et le calcaire rouge du Buco del Piombo).

L'épaisseur du calcaire marneux rouge de brique est bien moins considérable encore que celle du calcaire gris, car elle ne dépasse jamais 50 mètres; la couleur de la roche est très uniforme; les couches, très régulières, ont de 10 à 15 centimètres d'épaisseur, et lorsqu'elles sont horizontales, on peut prendre les escarpements qui en sont formés pour des pans de murailles à demi ruinées. L'uniformité du calcaire rouge est surtout remarquable à sa partie inférieure; il est alors un peu moins solide que dans les couches supérieures, qui contiennent des lits de silex presque aussi réguliers et aussi épais que le calcaire lui-même, duquel ils se distinguent pourtant par une couleur plus foncée. Lorsqu'un même escarpement met à nu toute l'épaisseur du calcaire rouge, il arrive quelquefois que les couches marneuses inférieures ont été entamées par les actions atmosphériques, tandis que les couches supérieures sont restées en surplomb; ailleurs la destruction des couches inférieures paraît avoir occasionné la chute de lambeaux considérables des parties plus solides (vallon de San Miro, à l'E. de Canzo).

Le calcaire qui forme la partie supérieure de la formation jurassique, sur le revers méridional des Alpes, est connu depuis longtemps des géologues sous le nom italien de *majolica*: c'est un calcaire blanc, compacte, à cassure conchoïde, présentant souvent des druses très aplaties de carbonate de chaux cristallisé; souvent aussi la roche est traversée par des veines noirâtres très minces et très découpées, qui la rapprochent de la variété connue sous le nom de *calcaire ruiniforme*. Les silex sont très fréquents dans toute l'épaisseur de la majolica, qui est de 50 à 60 mètres. La blancheur éclatante de ce calcaire le fait généralement remarquer de fort loin: ainsi, depuis les hauteurs de Lipomo, au S.-E. de Como, on voit se dessiner sur la dernière pente des Alpes tous les tournants de la route qui monte à Ponzate, route dont les berges sont coupées dans la majolica.

J'ai dit plus haut que le calcaire jurassique noir était souvent converti en dolomie; la même modification a eu lieu également sur quelques points des autres calcaires de cette formation: ainsi les dolomies du Monte San Primo et du Monte Beuscer appartiennent en partie au calcaire gris de fumée: M. de Buch a si-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

gnalé depuis longtemps la dolomie de Casa rasa provenant du calcaire rouge, et celle de la Madonna del Monte de Varese, qui est due à une modification de la majolica (1).

Les caractères des diverses subdivisions du terrain jurassique sont tout-à-fait distincts, lorsque l'on compare des échantillons pris vers le milieu de chaque groupe; mais lorsqu'on étudie sur place les relations de ces groupes, on voit qu'il y a constamment passage graduel d'une des assises à celle qui lui est superposée; de sorte qu'on est forcé d'admettre que le calcaire blanc à cassure conchoïde appartient bien réellement au même ensemble de couches, à la même formation géologique que le calcaire noir et que le grès rouge. Je vais essayer de démontrer cette identité de formation des cinq groupes que j'ai distingués dans l'étage jurassique, mais je dois faire observer d'abord que les géologues italiens sont loin de partager cette manière de voir. M. Pasini, qui s'occupe depuis plusieurs années à tracer une carte géologique de l'Italie septentrionale, croit que le grès rouge du lac de Como représente *tous les grès secondaires :* ces grès seraient beaucoup mieux développés vers l'E. dans les Alpes vénitiennes, où l'on retrouverait successivement le grès houiller, le grès rouge du zechstein et le grès bigarré. « Cependant, ajoute M. Pasini, on ne saurait » affirmer que ces anciens dépôts soient identiques avec leurs » analogues de l'Allemagne et des autres localités de l'Europe (2). » La majolica est considérée par M. Pasini comme représentant la craie blanche, « et comme il y a une liaison intime entre la ma- » jolica et le calcaire rouge, » ce calcaire représenterait la partie inférieure de la formation crétacée (3). M. Catullo retrouve également dans les Alpes vénitiennes toute la série des terrains secondaires depuis le *rothe todte liegende* des Allemands jusqu'à la craie blanche représentée par la majolica : cependant il classe le calcaire rouge dans les terrains jurassiques (4). M. Curioni paraît trouver dans le grès rouge du lac de Como deux parties distinctes : l'inférieure représenterait pour lui la grauwacke, ou tout

(1) *Annales des sciences naturelles*, tome XVIII, p. 263.

(2) *Annales des sciences du royaume Lombard-Vénitien*, tome I, p. 390.

(3) *Annales des sciences du royaume Lombard-Vénitien*, tome II, p. 208.

(4) *Saggio di Zoologia fossile delle provincie Venete.* Je ferai remarquer dès à présent que la plupart des fossiles cités par M. Catullo dans ce qu'il appelle le *zechstein*, le *grès bigarré*, le *muschelkalk* et la *craie* des Alpes vénitiennes, se retrouvent en France et en Angleterre dans des couches de la formation jurassique.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

au plus le vieux grès rouge des géologues anglais; les couches redressées de cette grauwacke seraient recouvertes par un second grès rouge que M. Curioni rapporte au *rothe todte liegende* (1). M. de Filippi rapporte le poudingue rouge au *grès rouge*, et le calcaire noir (en partie du moins) au *zechstein*; le calcaire rouge est jurassique pour M. de Filippi, et la majolica représente la craie blanche (2). Quelques détails sur le gisement des divers groupes jurassiques vont prouver que ces classifications, fondées uniquement sur les caractères minéralogiques des roches, sont entièrement opposées à la réalité des faits; je prendrai d'abord pour exemple la succession des couches que l'on voit sur le lac de Como, comme la localité où l'on peut mieux étudier l'ensemble de la formation jurassique (3).

Les terrains cristallins de la partie N. du lac s'étendent jusqu'à Bellano, où l'on trouve encore un gneiss identique avec celui d'Olgiasca, dirigé vers le N.-O. et plongeant au S.-O.; on peut facilement examiner la nature des roches dans les berges de la route ouverte, il y a quelques années, entre Bellano et Varenna, et alors on voit le gneiss perdre peu à peu son feldspath et passer au micaschiste : la première galerie traversée par la route à 1 kil. au S. de Bellano est creusée dans un grès quarzeux micacé, qui ne diffère du micaschiste que par le mode d'agrégation des éléments qui le composent; il m'a été impossible de jamais constater la ligne de séparation de ce grès d'avec le véritable micaschiste; la direction des couches est d'ailleurs la même que dans le gneiss. A quelques mètres du micaschiste, les grains du grès deviennent des galets, et la roche passe à un poudingue rouge;

(1) *Sur les combustibles fossiles du royaume Lombard-Vénitien*, dans les *Annales de statistique de Milan*, 1838.

(2) *Sur le terrain secondaire de la province de Como*, dans le tome XCI de la *Bibliothèque italienne*. Au reste ce ne sont pas seulement MM. Pasini, Catullo et de Filippi qui rapportent la *scaglia* ou *majolica* à la formation crétacée supérieure; c'est là, je puis dire, l'opinion générale des géologues italiens, et même celle de presque tous les géologues étrangers qui ont visité l'Italie septentrionale : j'en excepte MM. de Buch et É. de Beaumont; le premier a remarqué (*Annales des sciences naturelles*, tome XVIII, p. 263) que les Ammonites du calcaire rouge appartenant à la famille des Coronaires, ce calcaire ne peut point appartenir à la craie : *la majolica elle-même n'est donc pas de la craie*; le second a indiqué, comme appartenant au terrain jurassique, la majolica de Varese qui se trouve comprise dans le cadre de la carte géologique de la France.

(3) *Voyez* la pl. II, fig. 2.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

quelques pas plus loin, on retrouve encore le micaschiste, et une répétition du même passage au poudingue, dont le ciment devient ensuite calcaire et prend insensiblement une couleur noirâtre; de sorte qu'à moins d'un kilomètre du gneiss, on se trouve sur un calcaire noir très compacte, dont on ne saurait indiquer rigoureusement la limite inférieure (1). Le passage des roches cristallines aux sédimentaires est compliqué d'un certain nombre de failles qui ont pu faire croire à l'existence de deux grès différents, dont l'un serait supérieur à l'autre, et appartiendrait même à une période géologique plus récente.

Le grès rouge est à peine indiqué à Bellano, comme on voit; on dirait qu'il marque simplement le passage des roches jurassiques non modifiées à celles qui ont subi une métamorphose plus ou moins avancée. Le grès rouge ne contient aucune trace de corps organisés; on n'en trouve pas non plus dans le calcaire noir du bord du lac jusqu'à Varenna; mais si l'on pénètre dans la petite vallée d'Esino, on trouve à quelques minutes au-dessus du hameau de Perledo une carrière dans laquelle on exploite, comme ardoises, des schistes noirâtres assez minces. Ces schistes correspondent par leur position à la partie inférieure du calcaire noir : on rencontre là assez fréquemment des empreintes de poissons, et quelquefois des individus assez bien conservés pour qu'on puisse déterminer l'espèce à laquelle ils ont appartenu. M. le professeur Balsamo y a indiqué une espèce nouvelle de *Lepidotus*, qu'il a décrit sous le nom de *L. Trotti*, et un *Semionotus*, dont il n'a pu déterminer l'espèce, mais qui paraît voisin du *S. leptocephalus*, Agass. C'est encore dans les carrières de Perledo que M. Louis Trotti a trouvé l'empreinte bien conservée d'un reptile qui paraît assez voisin du genre *Plesiosaurus* (2). Plus près d'Esino, quelques couches subordonnées au calcaire noir ordinaire renferment en quantité considérable des coquilles univalves voisines des Mélanies.

Lorsque l'on suit la grande route de Varenna jusqu'à Lecco, on reconnaît que les montagnes de la rive orientale du lac sont formées, à Fiume-Latte, à Olcio, à Mandello, par un calcaire noir identique avec celui de Varenna; la direction moyenne des couches y est vers l'E. 10° S., mais le plongement varie d'un

(1) J'ai signalé déjà ce passage du gneiss au calcaire noir dans le *Bulletin de la Société*, tome X, p. 244.

(2) La description de ce reptile et celle des deux poissons se trouve dans le *Politecnico* du mois de mai 1839.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

point à l'autre de manière à prouver que ces couches sont fortement ondulées. Au S. de Mandello, c'est la dolomie qui forme le bord du lac jusqu'aux alluvions de Lecco, au S. desquelles on trouve bientôt des couches d'une époque plus récente : ce n'est donc point sur la partie du lac qui s'étend vers Lecco que l'on peut étudier la série supérieure des couches jurassiques; cette série est, au contraire, assez facile à suivre sur le lac de Como proprement dit. Au S. de Varenna, le promontoire si pittoresque de Bellagio, qui s'avance entre les lacs de Como et de Lecco, est composé d'une dolomie plus ou moins parfaite; la roche conserve sa stratification sur quelques points, et les couches ont la même direction que celle de Varenna; leur prolongement rencontrerait vers l'E. les calcaires de Fiume-Latte, de sorte que l'on doit regarder les couches au S. de la dolomie de Bellagio comme complétant la série jurassique dont on a suivi la partie inférieure entre Bellano et Fiume-Latte.

La partie méridionale du promontoire de Bellagio s'enfonce sous un lambeau tertiaire dont je m'occuperai plus tard; mais à Guggiate, un ravin escarpé qui pénètre assez loin dans la montagne est creusé dans un calcaire noir dont quelques couches sont identiques avec celles de Varenna, tandis que des marnes schisteuses noires subordonnées à ces calcaires sont pétries de fossiles plus ou moins conservés. Les plus communs sont une Pholadomie voisine de la *P. hortulana*, Ag.; deux Nucules (*N. claviformis*, Sow., et *N. Hammeri*, Defr.); deux Modioles (*M. hillana*, Sow., et une espèce voisine de la *M. plicata*, Sow.); une Cardite, deux Lutraires, un Peigne voisin du *P. lens*, Sow.; trois Plagiostomes, un Cérite, etc. J'y ai trouvé aussi une Posidonie et une Trigonie; mais la plupart de ces fossiles sont réduits à leur moule intérieur, ce qui en rend la détermination assez difficile.

Les couches de Guggiate sont dirigées vers l'E. 15° N., et elles plongent au N. 15° O. (1). On retrouve leur prolongement au bord même du lac, au S. de San Giovanni, et elles forment, à partir de là jusqu'à Lezzeno, des escarpements qui ont près de 3 kilo-

(1) La différence de direction entre les couches de Guggiate et celles de Varenna tient à ce que le soulèvement des Alpes orientales a eu plus d'influence sur la partie méridionale du lac de Como que sur la partie septentrionale qui avait été fortement accidentée lors du soulèvement des Apennins. Peut-être est-ce au croisement des deux systèmes de soulèvement qu'il faut attribuer l'état si disloqué des couches de cette contrée.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

mètres de long (Grosgallia). A Lezzeno, des calcaires noirs identiques avec ceux de Varenna sont dirigés comme ceux de Guggiate; mais ils plongent au S. 15° E.; si, depuis Lezzeno, on se rend à la Villa Pliniana par le sentier qui suit les bords du lac, à une cinquantaine de mètres au-dessus de son niveau, on marche constamment sur le même calcaire, qui présente diverses ondulations sans changer sensiblement sa direction. A la Pliniana, le bord du lac tourne presque à angle droit pour se porter à l'E. vers le promontoire de Torno; la direction des couches n'est pas très éloignée de celle du sentier, de sorte que l'on marche presque sur la même couche pendant une demi-heure environ. A Torno, le sentier coupe de nouveau le système des couches calcaires qui sont encore identiques avec le *marbre noir de Varenna*. Peu après on trouve les calcaires gris avec silex; mais cette partie du lac est tellement couverte d'habitations et de jardins, que je n'ai pu voir le point de contact des deux groupes calcaires. Le calcaire gris se continue jusqu'à Como; il est dirigé constamment vers l'E. 20° N., avec des plongements assez variés; dans le faubourg de Como, où le calcaire gris se cache sous des terrains de transport, le plongement est vers le S. 20° E.

La série des couches jurassiques se voit d'une manière plus complète, lorsqu'au lieu de suivre le lac, de la Pliniana à Torno, on continue à marcher dans la direction N.-S., à travers le contre-fort dont le point le plus élevé porte le nom de *Pizzo di Torno* : la crête de ce contre-fort est composée encore du même calcaire noir que l'on a suivi depuis Bellagio, ainsi qu'on peut le reconnaître dans les ravins qui sillonnent les parties septentrionales du Pizzo. Depuis Molina, un chemin de montagne parfaitement entretenu, pavé en calcaire noir, monte au S.-E., vers la cime appelée *Monte Gag*, et là, après avoir traversé un col à 1,000 mètres environ au-dessus du lac, on descend au S. par les pâturages appartenant aux communes d'Erba et de Villa Albese, jusqu'au pied de ce dernier contre-fort des Alpes. Le col même est formé par un calcaire noir, donnant l'odeur bitumineuse par le choc du marteau, et présentant quelques veines spathiques : les couches dirigées à l'E. 10° N., plongent assez fortement vers le S., de sorte qu'en descendant les pentes fort douces de la montagne, on arrive successivement à des couches de plus en plus récentes : aussi, bientôt après avoir passé le col (la colma), le calcaire conservant la même allure, perd peu à peu sa couleur noire et son odeur bitumineuse, puis on commence à y reconnaître quelques lits de silex; enfin, après un quart d'heure de descente, on se trouve sur un

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

calcaire gris de fumée avec silex, prolongement des couches que j'ai indiquées tout-à-l'heure entre Torno et Como : ce calcaire présente, sur une longueur de 100 mètres environ, une série de contournements fort compliqués, au-delà desquels on retrouve le plongement régulier vers le S. 10° E. Le calcaire gris est alors recouvert en stratification parfaitement concordante, par des marnes calcaires rouge de brique, contenant des lits de silex de même couleur; puis en approchant des chalets (*alpes* (1)) d'Erba, les marnes rouges sont recouvertes, en stratification concordante encore, par un calcaire compacte blanc à cassure conchoïde, contenant des lits de silex gris clair. A l'alpe d'Erba, les couches ont une pente de 7 à 8° vers le N. 10° O., de sorte que les ravins qui descendent de là vers la plaine coupent la série des couches dans l'ordre descendant; c'est même là le point où l'on voit dans un espace plus rapproché presque tout l'ensemble de la formation jurassique. Ainsi, de l'alpe d'Erba à celle de Villa Albese, on marche sur les tranches du calcaire majolica, qui présente une épaisseur totale de 60 mètres environ; les chalets de l'alpe de Villa Albese sont situés sur des couches calcaires marneuses rouges alternant avec des lits de silex jaspoïde, et l'on voit derrière la maison le contact du calcaire rouge avec la majolica. Si l'on descend d'une vingtaine de mètres dans le lit du torrent qui coule vers Erba, on trouve un escarpement formé par des marnes rouges sans silex, dont quelques lits sont presque totalement pétris d'Ammonites de diverses espèces; les marnes se désagrègent assez facilement, et les Ammonites restent alors au pied de l'escarpement, où l'on peut en recueillir de fort bien conservées. Parmi celles que j'en ai rapportées, M. Alcide d'Orbigny a reconnu les espèces suivantes : *A. heterophyllus*, Sow.; *elegans*, Sow.; *fibulatus*, Sow.; *Walcotii*, Sow.; *insignis*, Zieten; *radians*, Schlott; *Scipionianus*, d'Orb.; *thouarsensis*, d'Orb. C'est encore de cette localité que provient l'*Ammonites comensis*, trouvée par M. de Buch dans les ruisseaux qui descendent vers la plaine d'Erba, et figurée dans son *Recueil de Pétrifications remarquables*.

Les mêmes calcaires rouges forment la surface d'une terrasse peu inclinée qui s'étend au S. des chalets de Villa Albese : aussi presque toutes les pierres que l'on trouve dans les pâturages contiennent-elles des Ammonites plus ou moins conservées : on y voit

(1) « Le mot *alpe* a conservé en Italie, comme dans la Suisse allemande, » sa signification celtique et originaire : il signifie un pâturage de mon» tagnes. » Saussure, *Voyages*, §134.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

quelquefois aussi des sections de coquilles cloisonnées droites, qui ont été prises longtemps pour des orthocères; mais on n'a jamais vu le *siphon central* de ces coquilles, et j'ai pu examiner dans la collection de M. Alc. d'Orbigny des Bélemnites dont l'alvéole présente des dimensions aussi considérables et des cloisons tout aussi régulières que celles des prétendues orthocères des alpes d'Erba (1).

L'escarpement formé, à l'alpe de Villa Albese, par le calcaire rouge à Ammonites se continue fort loin vers l'E., et on le retrouve au pied de la paroi presque verticale dans laquelle est ouverte la grotte connue sous le nom de *Buco del Piombo* (2). En descendant le ravin au S.-E. de cette grotte, on trouve bientôt le calcaire gris de fumée avec silex dirigé vers l'E.-N.-E., et plongeant au N.-N.-O. avec une inclinaison de 10°; si l'on suit le même ravin jusqu'au village de Crevenna, on y voit sous un pont le calcaire noir de la Pliniana et de Varenna en couches dirigées comme celles du calcaire gris, mais plongeant au S.-S.-E. de 15° environ; le calcaire noir est bientôt caché au S. sous les terrains de transport du Piano d'Erba. Les fossiles sont rares dans le calcaire gris de cette contrée : ce sont des huîtres bien peu distinctes et quelques traces de végétaux (fucoïdes?). Quant à la majolica, je ne crois pas qu'on y ait jamais trouvé de débris organiques en Lombardie : il n'en est pas de même dans les Alpes vénitiennes, où M. Catullo indique, dans la majolica, la *Terebratula diphya*, et une quantité considérable d'autres fossiles dont la plupart se retrouvent dans le calcaire rouge de la même contrée (3).

La rive occidentale du lac de Como présente à peu de chose près une répétition des faits que j'ai indiqués sur la rive opposée; le prolongement du calcaire noir de Varenna est représenté à

(1) M. de Dechen, dans sa traduction allemande du *Manuel géologique* de M. de La Bèche, a regardé les Orthocères indiquées par l'auteur anglais, à Lyme Regis, comme des alvéoles de Bélemnites; je crois que c'est également à des Bélemnites qu'il faut rapporter les Orthocères qui ont été indiquées, par M. de La Bèche, à la Spezia; par M. Savi, dans le lias de la Toscane, etc.; du moins n'ai je jamais vu dans les échantillons provenant de ces diverses localités aucune indication d'un siphon central.

(2) *Voyez* la pl. II, fig. 3.

(3) On regarde généralement la *Terebratula diphya* comme propre à la *craie*, parce qu'elle a été trouvée en premier lieu dans les calcaires blancs avec silex de l'Italie supérieure; mais si l'on cherche dans les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Nobiallo par des masses gypseuses, et on y voit sur quelques points le gypse se ramifier en veines dans le calcaire noir non modifié; de Menaggio à Lenno le bord du lac est formé par un dépôt tertiaire, et les hauteurs sont presque constamment dolomitiques: cependant on trouve auprès de Bonzanigo des couches calcaires à la surface desquelles on distingue des sections de grandes coquilles bivalves (Isocardes?). A Balbiano on reconnaît, dans le lit de la Perlana, les schistes pétris de nucules et autres fossiles que j'ai indiqués à Guggiate; le calcaire noir se continue ensuite au S.-O. vers Spurano et Colonno; la direction est la même que sur la rive opposée; le plongement vers le S. 20° E. fait un angle fort considérable avec l'horizon, et le calcaire gris avec silex descend à la Camoggia jusqu'au bord de l'eau; mais les couches se relèvent bientôt en sens opposé, et à Argegno on retrouve le calcaire noir bitumineux qui se prolonge jusqu'à Moltrasio en couches légèrement ondulées, mais dont la direction est constamment vers l'E. 20° N. Les ardoisières de Moltrasio sont ouvertes sur le prolongement des couches d'Argegno, et ce que l'on nomme *ardoises* dans le pays, ce sont des dalles d'un calcaire un peu argileux, de 8 à 10 centimètres d'épaisseur, d'un bleu foncé presque noir; la surface de ces ardoises présente souvent des empreintes d'Ammonites peu déterminables, et j'en ai vu qui avaient plus de 50 centimètres de diamètre (1). J'ai trouvé, en outre, à Moltrasio des empreintes végétales peu distinctes qui paraissent appartenir à des fougères. Au S. de Moltrasio, le calcaire noir est caché sous les alluvions de la Breggia, au-delà desquelles on trouve le calcaire gris avec silex, qui est bientôt recouvert en stratification discordante par des poudingues de la période crétacée (2).

D'après ce que l'on a vu jusqu'ici, c'est principalement le calcaire noir que l'on peut étudier en détail au bord même du lac

---

cartes géologiques les diverses localités où l'on a cité cette coquille remarquable, on verra qu'elle appartient réellement à la formation jurassique. (*Voyez* la *Classification des Térébratules* de M. de Buch dans les *Mémoires de la Société géologique*, tome III, p. 197.) M. Catullo a décrit, comme appartenant à trois espèces différentes, les *T. diphya*, Colonna; *T. deltoidea*, Lam.; et *T. antinomia*, Catullo, que M. de Buch réunit en une seule, sous le nom qui lui a été donné par Colonna. Voyez *Nuovi Saggi dell'Academia di Padova*, vol. V.

(1) On sait que M. de La Bèche a rapporté les grandes Ammonites de Moltrasio à l'*A. Bucklandi*, qu'il regarde comme caractéristique du lias de l'Angleterre. (*Coupes et vues géologiques*, *p.* 61 *de la traduction française.*)

(2) *Voyez* la pl. II, fig. 4.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de Como ; les autres groupes de la formation jurassique sont beaucoup mieux développés dans les vallées latérales qui viennent joindre le lac au S. des terrains métamorphiques. Ainsi, quand on va de Bellano à Lecco par la route de montagne qui suit toute la longueur de la Val Sasina, on monte d'abord pendant une heure sur des gneiss et des micaschistes; après Vendrogno ces roches sont recouvertes par un poudingue rouge identique avec celui des bords du lac, puis on trouve des schistes argileux, grisâtres, un peu micacés, qui depuis quelque temps sont exploités à Margno comme ardoises; enfin l'église de Taceno est sur un calcaire noir, prolongement évident de celui de Varenna. De Taceno à Cortabbio les montagnes au N. de la vallée appartiennent encore au poudingue rouge; à Pessina, la vallée entame le prolongement des schistes argileux grisâtres, et l'éboulement qui a détruit, en 1769, le village de Barcone, est composé presque en totalité de fragments d'un schiste feldspathique qui paraît dû à une modification de la roche de Margno. A Introbbio, la vallée tourne brusquement vers le S., et on trouve au-dessus des schistes les poudingues rouges dirigés vers l'E.-S.-E., plongeant fortement vers le S.-S.-O. : les poudingues rouges ont là de 3 à 400 mètres d'épaisseur; ils sont recouverts immédiatement par les calcaires dolomitiques dans lesquels est ouvert le défilé de Ponte-Chiuso, et qui se continuent ensuite jusqu'à Lecco, présentant des deux côtés de la vallée des cimes déchiquetées d'une hardiesse remarquable (les deux *Grigne*, le *Resegone* de Lecco, etc.). M. Studer a d'ailleurs suivi les grès rouges vers l'E. jusqu'au lac d'Iseo; il pense que l'agrégat de San Martino, au pied du Mont-Salvatore, près de Lugano, fait partie des mêmes grès. « Néanmoins il ne faut pas oublier, ajoute-t-il, que près de Lugano » ces roches reposent sur du micaschiste, tandis que sur le chemin » de San Marco (au col qui passe de la Val Brembana à la Val-» teline) ce dernier a l'air de recouvrir l'agglomérat (1). » Il y a peut-être là quelque chose d'analogue, moins la grandeur de l'échelle, à l'alternance des roches arénacées et cristallines que j'ai indiquée à la Malpensata et aux galeries de Varenna.

Le calcaire gris de fumée avec silex étant supérieur au calcaire noir qui forme habituellement les bords du lac de Como, on doit s'attendre à le trouver sur la plus grande partie des cimes environnantes; il n'est pas rare, en effet, de voir au bord du lac des fragments de calcaire gris éboulés des hauteurs; c'est ainsi que

(1) *Bulletin de la Société géologique*, tome IV, p. 59.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'on peut juger, par exemple, que le calcaire gris de fumée se trouve à l'E. de Bonzanigo supérieurement aux couches à isocardes. Si on s'élève à une certaine hauteur dans les vallées latérales, on est toujours sûr de trouver en place le calcaire gris, lors du moins qu'il n'a pas été converti en dolomie. Ainsi, en remontant le Val d'Intelvi, on trouve à San Fedele les calcaires à silex de la Camoggia supérieurement au calcaire noir bitumineux d'Argegno. La crête du Monte San Primo paraît appartenir aussi au calcaire gris, seulement la roche est presque toujours à l'état de dolomie; les parties siliceuses ont elles-mêmes subi une certaine altération qui les a converties en une sorte de tripoli grossier auquel les habitants donnent le nom de pierre morte (*Sasso morto*). A l'E. du point culminant, la crête du San Primo se termine par des escarpements à pic qui dominent le village de Barni, et au pied de ces escarpements on retrouve les calcaires noirs avec les pholadomies et les autres fossiles que j'ai indiqués à Guggiate.

On a vu que les couches du calcaire noir sont fort ondulées; je dois ajouter que l'ensemble de la formation jurassique paraît s'abaisser vers le S., de sorte que les couches plus récentes de cette formation se trouvent à des niveaux de plus en plus bas à mesure qu'on s'éloigne de l'axe des Alpes; c'est par suite de cette disposition que le calcaire gris de fumée descend jusqu'au bord du lac, entre Torno et Como; ce même calcaire s'étend fort loin vers l'E., et forme en très grande partie les dernières pentes des montagnes qui dominent Tavernerio, Cassano, Albese, Erba; il recouvre le calcaire noir entre Crevenna et Ponte: à l'E. de la vallée du Lambro le calcaire gris forme encore le pied des montagnes jusqu'à Civate; il traverse ensuite la dépression par laquelle les eaux du lac d'Annone se jettent dans celui de Lecco, et constitue presque en totalité les cimes escarpées du Monte Baro. La description de la Val Trompia par Brocchi et celle des roches du Vicentin par Maraschini, prouvent, en outre, que le calcaire gris avec silex s'étend à de très grandes distances sur le revers méridional des Alpes.

Les roches jurassiques supérieures sont, en général, moins solides que le calcaire gris avec silex: aussi les trouve-t-on plutôt en lambeaux détachés qu'en masses d'une grande étendue. Le calcaire marneux rouge forme cependant quelques unes des cimes les plus élevées entre Como et Lecco (Corni di Canzo); on le trouve, en outre, assez constamment à mi-hauteur des montagnes, entre Erba et Tavernerio; dans ces diverses localités il est facile de vérifier que le calcaire rouge est parfaitement concordant avec

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

le gris; d'un autre côté, la liaison intime du calcaire rouge avec la majolica se voit d'une manière frappante sur la route qui conduit de Solzago à Ponzate. En sortant de Casina, cette route traverse un ravin à la droite duquel la tête du pont s'appuie sur des calcaires marneux rouge de brique, alternant avec des lits de silex jaspoïdes; quelques taches blanches allongées interrompent l'uniformité de la nuance; ces taches deviennent plus fréquentes, et à dix pas du pont, les berges de la route sont taillées dans un calcaire compacte blanc à cassure conchoïde, dans la véritable majolica enfin, qui recouvre le calcaire rouge en stratification concordante; les premiers lits de silex intercalés dans la majolica conservent encore la couleur rouge des silex du calcaire marneux inférieur, de sorte que le passage du calcaire rouge au calcaire blanc se fait ici par une alternance de couches des deux couleurs. Sur un autre point plus voisin de Ponzate, le passage d'un groupe à l'autre paraît se faire par une simple gradation de nuances.

On peut étudier encore l'ensemble des étages jurassiques supérieurs dans le lit de la Cosia, au S. de Solzago; on voit, à la droite du torrent, le calcaire gris devenir plus marneux à sa partie supérieure, et passer par des marnes rougeâtres au calcaire rouge, qui passe à son tour à la majolica; celle-ci est recouverte au S. de la Cosia par le terrain de transport diluvien.

Le calcaire rouge et la majolica recouvrent le calcaire gris de fumée sur les bords du lac d'Annone; ils se prolongent vers l'E. à la partie méridionale du Monte Baro : on les retrouve dans les Alpes du Vicentin et du Frioul, où ils présentent, d'après les descriptions de M. Pasini, les mêmes caractères minéralogiques et paléontologiques que dans les Alpes d'Erba.

Les divers groupes de la formation jurassique sont encore assez faciles à reconnaître vers l'O., dans les montagnes de Varese, malgré la proximité des masses de mélaphyre, dont l'apparition a plus ou moins modifié les caractères sédimentaires des roches. Ainsi les dernières pentes du Monte Beuscer sont formées, à Gavirate, par le calcaire blanc, et les rochers dolomitiques sur lesquels est située la Madonna del Monte de Varese sont le prolongement des couches de Gavirate (1). A l'O. du sanctuaire, on voit au-dessous de ces dolomies des marnes rouges et bleuâtres dont la direction est E. 30° S., de sorte que le prolongement vers l'E. de ces marnes rencontrerait les calcaires rouges d'Induno qui contien-

(1) *Voyez* la pl. II, fig. 5.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nent les mêmes Ammonites que ceux des Alpes d'Erba. Le calcaire dolomitique du Campo dei Fiori, inférieur aux marnes rouges, se continue également vers l'E., et il paraît au jour à Arcisate, inférieurement au calcaire d'Induno; plus à l'E. encore, le calcaire noir bitumineux forme les cimes qui dominent le lac de Lugano, depuis Porto jusqu'à Brusin-Arsizio. A Besano le calcaire noir contient des couches schisteuses tellement riches en bitume, qu'il a été question de les exploiter pour l'éclairage de la ville de Milan. Les débris de ces schistes, voisins des travaux de recherche, m'ont présenté des empreintes végétales nombreuses, mais en très mauvais état de conservation; on m'a assuré qu'on avait trouvé récemment dans ces mêmes schistes l'empreinte bien conservée d'un reptile qui doit se trouver maintenant dans les musées de Vienne. Serait-ce un individu de la même espèce que le Plesiosaure trouvé à Perledo par M. Trotti?

Le calcaire noir de Besano est dirigé au N. 20° E.; il plonge vers l'E. 20° S.; il se trouve donc passer au-dessous des calcaires semi-cristallins, exploités comme marbre à Saltrio et à Arzo, dont quelques couches sont pétries de fragments d'Encrines (*Pentacrinites subangularis*, Miller), et qui contiennent, en outre, plusieurs espèces de Térébratules (*T. ornithocephala*, Sow.; *T. indentata*, Sow., et une espèce à grands plis voisine de la *T. tetraedra*, Sow.). Je pense que les calcaires de Saltrio et d'Arzo appartiennent au groupe du calcaire gris de fumée, qui contient aussi au Monte San Primo le *Pentacrinites subangularis*.

On exploite sur une très grande échelle à Viggiù, à 2 kilomètres au S. de Besano, un calcaire blanchâtre un peu oolitique, contenant une quantité considérable de lamelles spathiques qui paraissent dues à des fragments d'encrines. La texture de cette roche rappelle certaines couches jurassiques de la Bourgogne (calcaire à entroques de M. de Bonnard). Il m'a été impossible, vu l'état très disloqué du sol dans cette contrée, de bien constater les relations qui peuvent exister entre le calcaire de Viggiù et le calcaire bitumineux de Besano, sur lequel le premier paraît pourtant s'appuyer; je présume toutefois, d'après la présence des Encrines, que la roche exploitée à Viggiù appartient aussi au calcaire gris: elle ne diffère peut-être du marbre de Saltrio que par une texture moins cristalline. Au reste, la texture oolitique se retrouve aussi auprès d'Induno, dans quelques couches qui paraissent associées au calcaire gris de fumée.

Je crois, d'après ce qui précède, qu'il ne peut rester aucun doute sur la liaison intime qui existe entre les divers membres de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la formation jurassique des Alpes lombardes. On ne saurait donc admettre les divisions que MM. Pasini, Catullo, Curioni et De Filippi voudraient établir dans un ensemble de couches qui passent l'une à l'autre par gradations insensibles. D'ailleurs les classifications de ces auteurs, fondées sur des caractères purement minéralogiques, ne peuvent plus être soutenues aujourd'hui que l'on commence à connaître les fossiles du revers méridional des Alpes italiennes; en effet, les *Ammonites Bucklandi, comensis, heterophyllus, elegans, fibulatus, Walcotii, insignis, radians, Scipionianus, thouarsensis;* les *Terebratula ornithocephala, indentata;* les *Nucula Hammeri, claviformis;* la *Modiola hillana;* le *Pentacrinites subangularis,* se trouvent en France, en Angleterre, en Allemagne, dans des couches de la période jurassique. J'ajouterai que de tous les fossiles qu'on a pu déterminer dans les terrains jurassiques de la Lombardie, il n'en est aucun qui ait été trouvé ailleurs dans d'autres formations. Les espèces nouvelles, les poissons de Perledo, par exemple, présentent, ainsi que l'a fait voir M. Balsamo, tous les caractères assignés par M. Agassiz aux poissons du groupe jurassique. Le saurien trouvé dans la même localité paraît fort voisin des animaux de même ordre trouvés ailleurs dans les couches du lias. L'existence, dans les terrains sédimentaires des Alpes lombardes, de ces espèces nouvelles, ne saurait donc point infirmer l'opinion que j'ai énoncée sur l'âge de ces terrains; elle me paraît seulement fournir de nouveaux matériaux à ajouter à la faune, déjà si riche, des temps jurassiques.

Terrains crétacés.

Les terrains crétacés se composent, sur le revers méridional des Alpes, de diverses assises qui se succèdent généralement, de bas en haut, dans l'ordre suivant : 1° un poudingue employé souvent comme pierre meulière, contenant quelquefois des Hippurites; 2° un grès plus ou moins argileux, avec des empreintes nombreuses de Fucoïdes; 3° un calcaire à Nummulites; 4° des marnes bigarrées de rouge et de bleu.

Le poudingue qui constitue la partie inférieure de la formation crétacée est composé le plus souvent de cailloux de silex grisâtre et de calcaire noirâtre ou gris : le granite, le gneiss, le porphyre, y sont généralement fort rares, c'est-à-dire que les éléments de ce poudingue paraissent appartenir surtout à des roches de la formation jurassique. Le diamètre des cailloux varie de 1 à 5 ou 6 centimètres; le ciment calcaire est généralement très dur et très

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

compacte, ce qui rend ce poudingue éminemment propre à être employé comme pierre meulière. L'épaisseur moyenne des poudingues crétacés paraît être de 80 à 100 mètres.

Le grès immédiatement supérieur au poudingue se compose de grains quarzeux généralement très fins, et de paillettes de mica blanc argentin, cimentés par une marne plus ou moins argileuse; la solidité de la roche varie suivant la proportion du calcaire dans le ciment; l'épaisseur des couches n'est le plus souvent que de quelques décimètres, mais il en est de beaucoup plus puissantes. On trouve souvent, entre les couches arénacées, des lits marneux dont la substance paraît analogue au ciment du grès; ailleurs, l'abondance et l'orientation des paillettes de mica donnent lieu à des lits schisteux assez minces. La couleur du grès varie du gris bleuâtre au jaunâtre. On y trouve quelquefois des rognons globulaires de pyrites dont la décomposition facile donne lieu à divers sulfates.

L'épaisseur de ce grès est assez difficile à constater, car les collines de la Brianza, où il est le plus développé, sont couvertes d'habitations et de vignobles : on peut juger cependant, par la disposition des couches dans les carrières de Viganò et de Missaglia, que cette épaisseur dépasse 100 mètres.

Le calcaire à Nummulites est souvent compacte, quelquefois même sa cassure est conchoïde ; mais il renferme le plus souvent des fragments marneux d'une couleur foncée qui tranche avec la nuance grise ou jaune de la roche; quelques couches ont une structure bréchoïde, mais alors la pâte et les fragments sont de même nature. Les fossiles sont très fréquents dans ce calcaire, mais on ne les reconnaît guère dans les cassures fraîches que par le miroitement que présentent les parties spathiques : au contraire les Nummulites sont toujours bien distinctes sur les surfaces qui ont été longtemps exposées aux actions atmosphériques. L'épaisseur des couches du calcaire à Nummulites varie depuis 50 centimètres jusqu'à 2 et 3 mètres; leur puissance totale est de 80 mètres environ à Comabbio, où elles sont le mieux développées.

Les marnes qui forment en Lombardie la partie la plus élevée de la formation crétacée, consistent en une série de couches de quelques décimètres d'épaisseur, présentant des zones alternativement rouges et bleuâtres. Ces couches offrent quelquefois une division schisteuse, et alors les marnes se délitent avec la plus grande facilité; ailleurs elles sont plus compactes, plus solides, et passent à un calcaire marneux rouge, un peu micacé, dont les caractères minéralogiques se rapprochent de ceux du calcaire

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rouge de la formation jurassique. Cette ressemblance entre des couches de deux formations différentes pourrait induire en erreur les personnes qui n'auraient pas le loisir de vérifier sur place les caractères géologiques et paléontologiques des divers calcaires rouges. La puissance totale des marnes bigarrées paraît être de 50 à 60 mètres.

Les divisions que je viens d'indiquer dans l'ensemble de la formation crétacée sont encore moins tranchées que celles que j'ai établies plus haut pour les terrains jurassiques : ainsi, l'on voit quelquefois des lits de poudingue intercalés dans les grès à Fucoïdes (Viganò); ailleurs des lits calcaires pétris de parties spathiques séparent des assises de poudingue (Monte Orfano), ou bien ils recouvrent les marnes rouges supérieures (Morosolo); de sorte que la division des terrains crétacés en quatre étages doit être regardée plutôt comme propre à faciliter l'étude de ces terrains que comme représentant ce qui existe réellement dans la nature. En revanche, la séparation de la formation crétacée d'avec la formation jurassique est un fait qu'il est assez facile de constater. L'observateur qui est placé sur les hauteurs jurassiques de Brunate ou sur celles de Villa Albese, voit s'étendre à ses pieds une plaine allongée de l'E. à l'O., occupée en partie par une suite de lacs plus ou moins considérables (lacs d'Annone, de Pusiano, d'Alserio), et couverte ailleurs par des tourbes ou des terrains de transport diluviens. La partie méridionale de cette plaine est bornée par une série de petites collines à formes assez abruptes, alignées sensiblement entre elles, qui sont : le rocher qui supporte le château Baradello, au S. de Como; puis la colline qui domine à l'E. le village de la Camerlata; plus à l'E. on trouve le Monte Orfano; et enfin, au S. du lac d'Annone, la petite colline dans laquelle sont ouvertes les carrières de Sirone. Si l'on examine la composition de ces diverses collines, on reconnaît bientôt qu'elle est presque identique : ainsi, à Sirone, on exploite comme pierre meulière un poudingue à cailloux quarzeux très abondants, et dont la pâte est composée de grains quarzeux et calcaires cimentés par un suc calcaire; la pâte contient souvent des Hippurites plus ou moins conservées (*H. cornu-vaccinum*, Bronn.) et quelques autres fossiles, parmi lesquels on n'a pu déterminer jusqu'ici que la *Tornatella gigantea*, Murch. (1). Les couches du poudingue de

(1) M. Boué cite (*Bull. de la Soc. géol.*, tome III, p. 89) le poudingue de Sirone comme l'équivalent des couches de Gosau; mais il ajoute que *ce poudingue s'étend vers le Buco del Piombo*. C'est sans doute là une erreur

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Sirone sont extrêmement puissantes, et je n'ai pu en vérifier la direction; mais j'ai reconnu que ces carrières sont situées presque exactement à l'E. de celles de Monte Orfano. Dans cette dernière localité, la roche exploitée est également un poudingue à ciment calcaire et à cailloux quarzeux et calcaires : seulement le ciment prédomine quelquefois de manière à former des lits calcaires qui marquent une séparation entre les couches du poudingue; ces couches sont dirigées à très peu près de l'E. à l'O.; il suit de là que les carrières de Sirone sont sur le prolongement des couches de Monte Orfano; et comme les caractères de la roche sont identiques, on ne peut guère révoquer en doute l'ancienne continuité de ces couches séparées aujourd'hui par une vallée de 10 à 12 kilomètres de large, au centre de laquelle coule le Lambro.

Le monticule escarpé dont le sommet porte les ruines du château Baradello est composé encore d'un poudingue très solide, à cailloux quarzeux en grande partie; la direction des couches est ici vers l'E. quelques degrés S. Ces couches se prolongent assez loin vers l'O., et elles constituent la montagne dont la route de Como à Lugano suit la base septentrionale. M. de La Bèche a indiqué depuis longtemps que les poudingues reposent là en stratification discordante sur le calcaire gris de fumée avec silex (1)

La colline à l'E. de Camerlata est recouverte presque entièrement d'un terrain de transport diluvien; cependant on peut voir à sa partie occidentale, sur la route qui va à Erba, que la roche de la base de cette montagne est la même que celle qui constitue le Mont Baradello. Cette dernière circonstance achève de démontrer la liaison des poudingues de toutes les localités que je viens d'indiquer, et dès lors la discordance que l'on observe sur la route de Lugano prouve que les poudingues de Sirone, de Monte Orfano, etc., appartiennent à une autre période géologique que les calcaires de Moltrasio, de Villa Albese, du Buco del Piombo, etc.

Le poudingue du Castel Baradello et celui de Sirone passent à leur partie supérieure à un grès qui ne se distingue d'abord du poudingue que par le volume des éléments qui le composent : ainsi, dans les carrières à l'O. de Camerlata, on exploite à la fois

---

d'impression ou de copiste, car on ne voit rien dans les calcaires jurassiques du Buco del Piombo qui puisse faire supposer une liaison de ces calcaires avec les poudingues crétacés de Sirone. M. Boué ajoute d'ailleurs immédiatement après, que cette dernière roche est isolée des montagnes, de Scaglia grise, blanche et rouge d'Erba.

(1) *Voyez* la pl. II, fig. 4.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

un poudingue très solide à petits grains, et au-dessus de ce poudingue un grès marneux très micacé, dans lequel j'ai vu quelques empreintes végétales non déterminables. A Sirone la masse du poudingue est recouverte par des assises arénacées qui sont exploitées à San Benedetto, où elles présentent tous les caractères que j'ai indiqués comme propres au grès à Fucoïdes. Ce grès est exploité, en outre, sur plusieurs autres points des collines de la Brianza; les carrières de Viganò sont celles où les travaux ont lieu sur une plus grande échelle, et où les Fucoïdes sont le plus abondants. Parmi les échantillons que j'en ai rapportés, M. Ad. Brongniart a reconnu les espèces suivantes : *Fucoides intricatus*, *F. Targionii*, *F. æqualis*, qui sont caractéristiques de la formation crétacée dans toute l'Italie, et que l'on retrouve dans la formation crétacée inférieure de la France méridionale. A Romanò les grès présentent les mêmes Fucoïdes et quelques traces de lignite; à Tregolo, des marnes grises, intercalées dans le grès à Fucoïdes, contiennent des empreintes bien distinctes de Catillus. On retrouve encore le même grès au N. de Cantù, et j'ai dit plus haut que le poudingue du Castel Baradello passe à sa partie supérieure à un grès que je regarde comme l'équivalent de celui de Viganò. A l'O. de Como on ne retrouve guère de couches correspondantes à ce grès que dans la vallée de l'Olona, où l'on exploite à Malnate une roche identique minéralogiquement à celle de Viganò, etc. Je crois que cette roche doit être rapportée encore à la formation crétacée; cependant je n'y ai point vu de fossiles, et je dois ajouter que M. de Buch a considéré le grès de Malnate comme appartenant à la période miocène (1).

Les relations du grès à Fucoïdes avec le calcaire à Nummulites se voient particulièrement dans la vallée de l'Adda, qui termine à l'E. les collines de la Brianza. Les poudingues inférieurs constituent à l'E. de Sirone le noyau de ces collines, et on les exploite à Nava, à Caraverio, à Gagliano, etc. Le prolongement de ces poudingues est masqué au bord de l'Adda par les détritus diluviens qui y forment des masses extrêmement puissantes; mais on reconnaît facilement auprès d'Arlate le grès à Fucoïdes de San Benedetto, que l'on peut d'ailleurs suivre entre ces deux localités dans les carrières de Santa Maria Hoé, de Rovagnate, etc. A Arlate le grès est en couches presque verticales dirigées vers l'E.-S.-E.; le ciment y devient quelquefois calcaire et tellement abondant que la roche se dissout presque totalement dans les acides. A Calco, des

(1) *Annales des sciences naturelles*, tome XVIII, p. 262.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

grès calcaires supérieurs à ceux d'Arlate alternent avec des lits d'un calcaire marneux compacte, traversé par quelques veines spathiques. A Imbersago, au S. d'Arlate, on a exploité comme pierre à chaux le calcaire de Calco beaucoup mieux développé, et ce calcaire forme plus à l'E. des escarpements marqués, au bord même de la rivière. Dans cette dernière localité, les couches sont dirigées vers l'E.-S.-E., et le plongement est au S.-S.-O.; on y voit très distinctement des Nummulites de 2 à 3 centimètres de diamètre sur les parties de la roche qui ont été longtemps exposées à l'air. Si l'on descend vers le S., en suivant le chemin de halage (1), on trouve bientôt, entre les couches nummulitiques, des marnes rougeâtres, avec quelques paillettes de mica; ces marnes deviennent ensuite dominantes, et forment à elles seules, pendant quelques minutes, les bords de l'Adda. Les marnes rouges sont recouvertes au S. par des marnes calcaires grisâtres plus micacées. Ce système de couches marneuses présente le long de la rivière deux plissements bien marqués à la suite desquels on retrouve le calcaire à Nummulites qui est exploité comme pierre de construction près des moulins de Paderno : la direction est ici la même qu'à Imbersago, mais le plongement est vers le N.-N.-E. La partie exploitée n'a guère qu'une épaisseur totale de 15 à 20 mètres; au-dessous on voit les calcaires alterner avec un grès à empreintes végétales charbonnées, identique avec la roche de quelques unes des couches de Viganò; puis ce grès forme à lui seul au bord de l'Adda des escarpements de plus de 50 mètres de hauteur. Mais avant d'arriver au canal dit le *Naviglio di Paderno*, les couches crétacées sont cachées par les poudingues diluviens qui recouvrent au S. presque toute la plaine de la Lombardie.

On retrouve sur plusieurs points de la Brianza le calcaire à Nummulites associé avec les couches supérieures du grès à fucoïdes; mais c'est surtout en approchant du Tessin que ce calcaire présente un plus grand développement. En effet, le lac de Comabbio est dominé vers le N.-O. par une colline de 80 à 100 mètres de haut, entièrement composée d'un calcaire identique avec celui de Paderno; les couches y ont de 2 à 3 mètres de puissance : elles sont dirigées vers le N. 30° O., et plongent vers l'O. 30° S. Les Nummulites sont très distinctes à la surface de la roche; on y trouve aussi de grandes huîtres qui paraissent identiques avec celles du calcaire nummulitique des Apennins et de Gassino (2).

(1) *Voyez* la pl. II, fig. 6.

(2) *Mémoires de la Société géologique*, tome II, p. 205.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

A la partie supérieure de la colline les couches calcaires sont moins puissantes; elles contiennent moins de fossiles, et elles sont séparées par des assises minces de marnes micacées contenant quelques empreintes de Fucoïdes.

Les marnes crétacées supérieures que j'ai indiquées entre Imbersago et Paderno forment toute la colline qui domine à l'E. le village de Robbiate; mais elles sont presque toujours cachées, en allant vers l'O., sous les terrains de transport diluviens. On les retrouve cependant bien développées sur les bords du lac de Varese, où elles forment quelquefois des escarpements considérables. Ainsi, on voit sur le bord d'un torrent qui descend de Morosolo, et presque au niveau du lac, un escarpement de 40 à 50 mètres entièrement composé de marnes schisteuses qui se désagrègent avec la plus grande facilité : vers le pied de l'escarpement les marnes sont plus bleuâtres, tandis que la couleur rouge domine vers la partie supérieure. Quelques lits minces blanchâtres, plus solides, sont intercalés à diverses hauteurs dans les marnes, et ces lits paraissent entièrement composés de fragments spathiques de corps organisés. Les marnes rouges et les bleues contiennent en très grande quantité des Fucoïdes identiques avec ceux de Viganò. En montant vers Morosolo, on trouve, supérieurement aux couches précédentes, des marnes blanchâtres, schisteuses, contenant encore les mêmes Fucoïdes; au-dessus on voit quelques lits d'un calcaire identique avec celui de Comabbio et de Paderno: cette circonstance, jointe à la présence des Fucoïdes, pourrait faire croire que les marnes bigarrées de Morosolo ne sont qu'une manière d'être particulière des grès à Fucoïdes : elle prouve en tout cas qu'il n'existe, dans la nature, aucune séparation tranchée entre les divers groupes de la formation crétacée.

J'ai dit plus haut que M. Pasini considérait le calcaire rouge ammonitifère et la majolica comme appartenant à la formation crétacée; il en résulte pour lui que les couches supérieures à la majolica doivent être tertiaires: aussi ce géologue comprend-il dans l'étage tertiaire moyen les calcaires à Nummulites des monts Euganéens, et par suite tous les calcaires à Nummulites du N. de l'Italie (1) (Comabbio, Gassino, etc.). Je crois que les faits que je viens de citer démontrent suffisamment que la classification de M. Pasini doit subir, quant aux terrains tertiaires, une correction analogue à celle qui transporte la majolica des terrains crétacés dans les jurassiques. J'ajouterai que, si l'on compare des échan-

(1) *Voyez* les *Actes des Congrès scientifiques italiens de* 1839 *et* 1840.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tillons du calcaire à Nummulites de la Lombardie avec des échantillons de Gassino (1) ou de Mosciano (2), près de Florence, on reconnaît une identité parfaite dans tous les caractères des roches de ces diverses localités.

Terrains tertiaires.

J'ai annoncé plus haut que je croyais pouvoir rapporter à la formation crétacée la molasse de la vallée de l'Olona, que M. de Buch paraît avoir regardée comme tertiaire : il ne resterait alors de terrains tertiaires marins dans la partie septentrionale de la Lombardie que les petits lambeaux de marnes bleues qui ont été signalés depuis longtemps dans les environs de Varese. Le plus connu de ces lambeaux est celui que l'on exploite au bord de l'Olona, à la Fola, à 2 kilomètres environ au N.-N.-E. de Varese (3) : il consiste en une argile marneuse bleue, contenant des coquilles bien conservées (*Arca antiquata*, *Pecten pleuronectes*, *Natica helicina*, et autres fossiles des marnes subapennines) et de gros fragments de végétaux à demi charbonnés. Les couches y sont parfaitement horizontales, et, d'après la configuration du sol, elles doivent se terminer bientôt contre les pentes de la montagne à l'E. de la vallée; si on supposait ces couches prolongées vers le S., elles passeraient certainement au-dessus des grès crétacés qui paraissent au jour au bord de l'Olona à 4 kilom. au-dessous de la Fola (4).

Les fossiles des marnes des environs de Varese ont fait rapporter ces marnes à la période pliocène; il est facile de concevoir, en effet, que la mer de cette période doit avoir laissé sur ses plages septentrionales des dépôts analogues à ceux que l'on observe le long du pied des Apennins, depuis Turin à Ancône. Il existe en outre, sur le bord du lac de Como, un dépôt d'origine lacustre que je crois appartenir à la même période. Vers le milieu du lac, et à sa rive occidentale, on exploite à la Majolica une argile

(1) *Mémoires de la Société géologique*, tome II, p. 196.

(2) *Bulletin de la Société géologique*, tome XIII, p. 265.

(3) *Voyez* la pl. II, fig. 7.

(4) M. de Filippi annonce, dans un Mémoire que j'ai déjà cité, que le grès de Malnate et des environs est supérieur aux marnes subapennines; je crois qu'il y a là une confusion entre *le grès de Malnate*, qui est certainement antérieur aux marnes de la Fola, et *les poudingues diluviens* qui bordent la vallée de l'Olona, et qui sont connus dans le pays sous le nom de Ceppo.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

bleuâtre qui est employée dans une tuilerie voisine; cette argile, plus ou moins marneuse, est recouverte par une masse irrégulière de terrain de transport qui forme le pied des escarpements dolomitiques de Menaggio et de Balbianello (1); on ne connaît le dépôt de la Majolica que sur une très faible épaisseur; sa partie supérieure est à quelques mètres à peine au-dessus du niveau du lac, et les exploitations ne peuvent descendre au-dessous de ce niveau, car les travaux seraient bientôt inondés : cependant on reconnaît que les argiles y sont disposées en feuillets très minces parfaitement horizontaux, qui, par cela même, sont entièrement distincts de la masse diluvienne qui les recouvre. A Villa, près de Lenno, à 4 kilomètres au S.-O. de la Majolica, les mêmes argiles s'appuient en couches fortement inclinées sur les dolomies de Balbianello, qu'elles recouvrent en stratification discordante; les argiles de Villa sont recouvertes par un sable grisâtre faiblement agglutiné; au-dessus, des couches marneuses, bleuâtres, alternent avec des sables à peine cimentés par la matière même des couches marneuses; l'épaisseur totale du dépôt est d'une quinzaine de mètres; la surface du sol est formée, comme à la Majolica, par le terrain de transport diluvien.

Sur la rive opposée du lac de Como, il existait jadis une tuilerie dont l'emplacement est compris aujourd'hui dans le parc de la Villa Melzi, près de Bellagio : on reconnaît encore, dans quelques parties un peu ravinées de ce parc, les mêmes marnes argileuses qui sont exploitées à la Majolica et à Villa : la configuration du sol paraît indiquer que ces marnes occupent, sous le *diluvium*, tout l'espace compris entre les lacs de Como et de Lecco, le promontoire dolomitique de Bellagio et les dernières pentes du Monte San Primo.

Les restes organiques sont extrêmement rares dans le dépôt marneux que je viens de décrire : M. de La Bèche annonçait n'y en avoir jamais trouvé; je n'y ai vu moi-même que quelques empreintes mal conservées de feuilles dicotylédones : cependant, comme ces marnes ont eu une origine entièrement distincte de celle du diluvium alpin qui les recouvre, et comme le bassin dans lequel elles ont été déposées était déterminé en grande partie par les montagnes qui entourent le lac actuel, on est en droit de conclure que le dépôt des marnes de la Majolica, de Villa, etc., a eu lieu durant la période de tranquillité qui a précédé immé-

(1) *Voyez* la pl. II, fig. 8.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

diatement le transport du diluvium alpin, c'est-à-dire, durant la période pliocène.

Remarques générales et conclusions.

Après avoir décrit successivement les divers terrains sédimentaires qui forment la pente méridionale des Alpes lombardes, il me reste à indiquer les dislocations successives qui ont influé sur le relief actuel de ces terrains.

Si on résume l'ensemble des directions des couches de cette contrée, on trouve que ces directions peuvent être partagées en deux groupes : l'un de ces groupes a pour direction moyenne l'E.-S.-E.; c'est la direction générale des poudingues et des calcaires noirs de la Val Sasina, des calcaires plus ou moins dolomitiques de Menaggio; c'est encore la direction moyenne des couches crétacées entre le lac Majeur et l'Adda. D'un autre côté, la partie des terrains jurassiques située à l'O. du lac de Como présente presque constamment une direction moyenne allant vers l'E. 16° N. On pourrait en conclure qu'il y avait eu là un premier ridement parallèle à la chaîne principale des Apennins (1), et que lors du soulèvement des Alpes orientales, des fractures parallèles à cette dernière chaîne vinrent croiser les accidents du sol qui avaient été produits après le dépôt des couches crétacées. Quant à la direction des Alpes occidentales (N. 26° E.), M. Elie de Beaumont a annoncé depuis longtemps qu'elle est surtout indiquée dans le N. de l'Italie par la forme générale des lacs Majeur et de Como (2). Nous avons vu que cette direction est indiquée près de Varese, dans les calcaires noirs de Besano; elle devient dominante, plus à l'O., dans les couches des Alpes du Piémont.

Voici maintenant quelques considérations générales qui me paraissent résulter des faits indiqués dans ces notes.

Terrains tertiaires. — Les marnes bleues de la Fola appartiennent bien certainement à la formation subapennine; elles indiquent un point des rivages septentrionaux de l'ancienne mer plio-

(1) M. Élie de Beaumont a fait remarquer dans ses *Recherches sur les révolutions du globe* (*Annales des sciences naturelles*, tome XVIII, p. 300), que la direction du système pyrénéo-apennin se retrouve dans la falaise qui termine les Alpes, depuis les environs de Varese et de Como jusqu'à ceux de Brescia, et aux bords du Mincio.

(2) *Annales des sciences naturelles*, tome XVIII, p. 401.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

cène, rivages dont MM. de la Marmora (1) et Sismonda (2) ont depuis longtemps indiqué des traces à Masserano, Crevacore, Maggiora, Castellamonte, etc. L'existence d'un dépôt tertiaire sur les bords du lac de Como prouve que ce lac avait sa configuration générale actuelle avant les dernières dislocations du sol, dislocations qui ont redressé les marnes lacustres à Villa.

Terrains crétacés. — La formation crétacée se présente en Lombardie sous une forme particulière; les couches à Hippurites et celles à Fucoïdes, qui, dans le midi de la France, appartiennent plus particulièrement à la formation crétacée inférieure, sont intimement liées dans la Brianza avec les calcaires à Nummulites, qui, dans les Alpes maritimes, font partie de la formation crétacée supérieure. On pourrait en conclure que l'ensemble des dislocations auxquelles M. E. de Beaumont a donné le nom de système du Mont-Viso ne s'est pas étendu jusqu'au méridien de Milan, et que la sédimentation régulière s'est continuée ici sans aucune interruption, depuis l'existence des Hippurites jusqu'à celle des Nummulites. Cette contemporanéité des Hippurites et des Nummulites avait été signalée en Sicile par M. Constant Prevost, dès 1832 (3).

Il est encore un fait qui me paraît devoir être rappelé ici : c'est que le calcaire à Nummulites des Alpes méridionales a été compris dans les dislocations du *système des Apennins;* cela seul prouverait que ce calcaire appartient bien à la période crétacée, ainsi que je l'ai annoncé en 1836 pour le calcaire à Nummulites de Gassino.

Terrains jurassiques. — Les fossiles du calcaire rouge de brique paraissent devoir faire considérer ce calcaire comme l'équivalent de l'étage oolitique inférieur, peut-être même de la partie supérieure du lias. La majolica représenterait donc à elle seule en Italie toute la partie de la formation jurassique supérieure à la grande oolite. Le calcaire rouge ammonitifère est une des couches les plus faciles à reconnaître dans les Alpes italiennes; on le retrouve également sur plusieurs points des Apennins de la Toscane (Pania di Corfino, Montieri, Caldana) et des Etats romains (Assisi, Spoleto, Terni); de sorte que ce calcaire paraît marquer dans toute l'Italie un horizon géologique dont il était important de fixer l'âge. On a attaché pendant longtemps une trop grande importance aux caractères minéralogiques de la majolica. En effet,

(1) *Bulletin de la Société géologique*, tome II, p. 591.
(2) *Mémoires de l'Académie des sciences de Turin*, 1838.
(3) *Bulletin de la Société géologique*, tome II, p. 406.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la grande blancheur de cette roche et la présence des lits de silex se trouvent également dans le calcaire carbonifère de la Russie, dans la craie de Meudon, dans le calcaire d'eau douce miocène du Cantal, etc. En adoptant le calcaire rouge ammonitifère comme point de départ dans la classification des terrains de l'Italie, on aura l'avantage de s'appuyer sur des caractères géologiques d'une valeur incontestable.

M. Thorent présente un nouvel échantillon bien conservé de l'*Asterias constellata*, et lit la note suivante :

J'ai décrit dans un mémoire relatif à la géologie du nord du département de l'Aisne, et publié par la Société géologique de France dans le tome III de ses *Mémoires*, une Astérie nouvelle (*Asterias constellata*), trouvée dans les schistes verts inférieurs de transition, à Mondrepuis (Aisne). Vu l'extrême rareté de ce fossile intéressant, je dus m'astreindre à une description rigoureuse, en faisant ressortir indistinctement tous les caractères particuliers à cet échantillon unique.

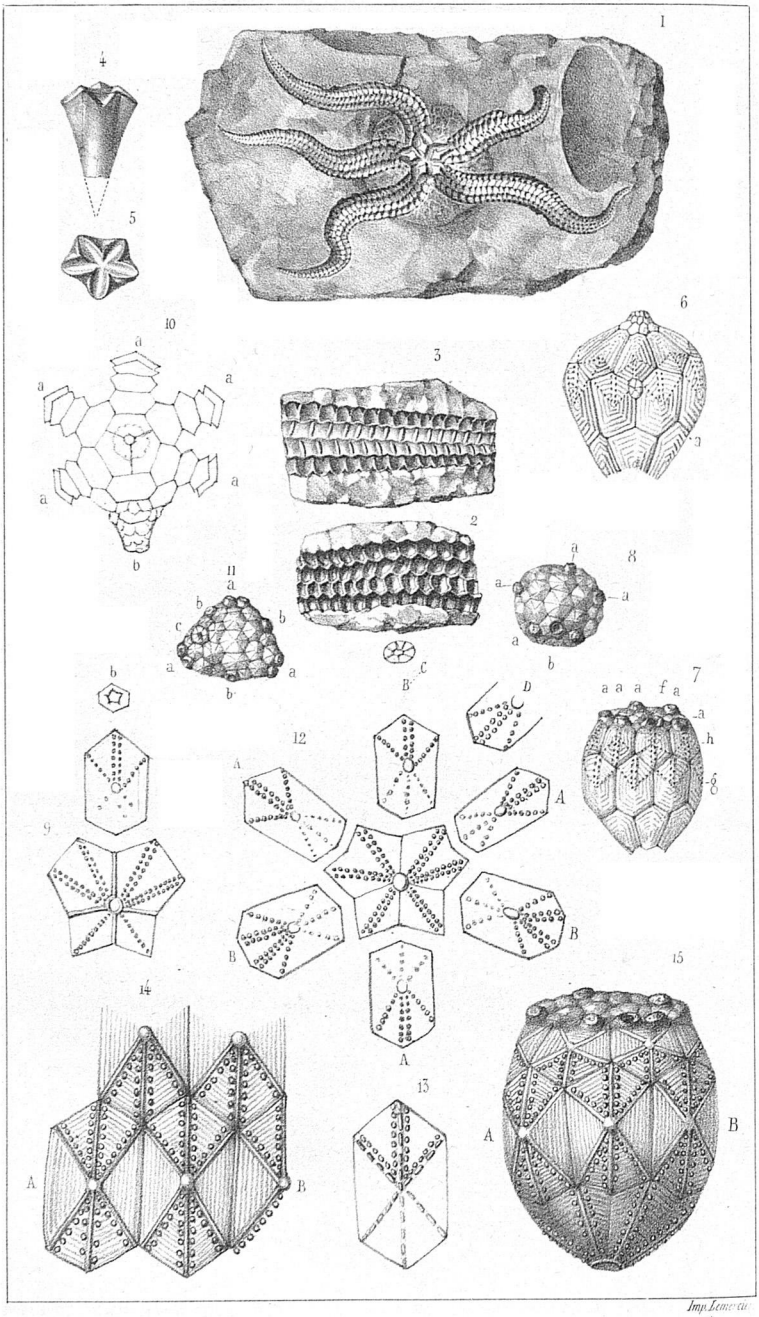
Plus heureux dernièrement, je suis parvenu à me procurer sur les lieux mêmes un nouvel échantillon bien complet de cette Astérie. La comparaison de cet échantillon avec celui déjà connu m'a fait aussitôt apercevoir que j'avais été induit en erreur par l'état anormal dans lequel celui-ci se trouvait, et qu'ainsi j'avais indiqué comme caractères spécifiques des formes purement accidentelles et résultant évidemment de l'état contractile propre à cette classe d'animaux susceptibles de prendre à l'état vivant une infinité de formes bizarres toutes les fois qu'ils se trouvent placés dans des conditions défavorables et contraires à leurs habitudes.

Ainsi les erreurs que j'ai commises dans ma première description proviennent de ce que je manquais alors de moyens de comparaison. La science paléontologique devra donc à cette nouvelle découverte une rectification importante que j'ai l'honneur de proposer à la Société, en la priant de vouloir bien faire insérer dans le *Bulletin* cette note, suivie d'une nouvelle description, accompagnée d'un dessin (pl. III, fig. 1).

Asterias constellata. — Jolie petite espèce ayant cinq rayons allongés, symétriquement disposés, pointus et palmés à leur point de départ ; présentant à son centre une petite étoile très régulière et saillante.

Chaque rayon communique à l'anus par un canal large et profond qui se continue en se rétrécissant sensiblement jusqu'à

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



Imp. Lemercier

1. Asterias constellata p. 208
2. rayon grossi
3 id. de l'échantillon primitivt figuré p. 213
4 5. Pentremites Pailletti (Espagne)
6. Hemicosmites pyciformis p. 209
7. 8. 9. 11. 15. Caryocrinites ornatus
10. Actinocrinites

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la pointe ; le long de ce canal, et de chaque côté, se trouve une rangée de petits trous d'où partent des tentacules minces et courts.

Son diamètre, pris d'une extrémité à l'autre de deux rayons opposés, n'atteint que 4 centimètres 1/2 environ.

La figure insérée dans le tome III des *Mémoires* représente l'échantillon qui avait primitivement servi de type. Le second individu que je présente aujourd'hui démontre que les deux rayons qui forment un angle très ouvert, jusqu'à se trouver en ligne droite, et qui sont recouverts en partie au centre par le lobe replié qui les sépare, n'étaient point des caractères invariables, mais plutôt l'effet du hasard. L'organisation intérieure des rayons présente aussi des différences qui ne sont peut-être qu'accidentelles. La figure 3 montre un grossissement d'une partie de rayon du premier échantillon ; la figure 2 donne celui d'une partie de rayon de l'individu que nous venons de découvrir.

M. de Verneuil donne communication de l'extrait suivant d'une lettre de M. de Buch, du 5 janvier 1844.

En lisant le Mémoire de M. de Castelnau *sur les terrains siluriens de l'Amérique du Nord*, je vois dans une des notes que vous y avez ajoutées que vous êtes disposé à rapprocher, sinon à réunir, les genres Hémicosmite des terrains siluriens de la Russie et Caryocrinite des terrains correspondants de l'Amérique du Nord. La figure du *Caryocrinites ornatus*, publiée par M. de Castelnau, pourrait, en effet, presque faire croire à leur identité ; mais je regrette que vous ne vous soyez pas souvenu de celle que M. de Blainville a déjà donnée de ce même corps (1). Vous y verrez parfaitement les rudiments des cinq bras, qui distinguent nettement cette Encrine de celle de Pétersbourg. Celle-ci est très décidément entièrement fermée et *sans bras ;* il n'y a donc point de plaques scapulaires, et celles qui s'élèvent au-dessus des costales se *combinent au sommet*, et s'y rangent autour de la *bouche centrale*, cachée dans un tuyau mobile, comme dans plusieurs autres genres : c'est une disposition de la bouche commune à toutes les *Crinoïdes sans bras*. L'ouverture (fig. 6 *a*, pl. III), fermée par cinq petites valves, correspond à celle de même forme qu'on remarque sur les Sphæronites ; et comme ces derniers sont, de plus, munis d'un anus à côté de la bouche, et qu'ainsi on doit prendre l'ouverture à valves pour un conduit ovarien, l'analogie veut qu'on assigne

(1) *Manuel d'actinologie*, p. 265, pl. XXIX, fig. 5.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

le même emploi à l'ouverture de l'Hémicosmite. C'est une particularité commune à toute espèce de Crinoïdes sans bras et entièrement fermée ; par conséquent, vous ne la trouverez plus sur les Caryocrinites. En général, quand nous y regardons de près, quelle différence ! Sur les costales *g* des Caryocrinites (pl. III, fig. 7) (1) sont placées les scapulaires *h* ; mais celles-ci ne continuent pas, ou du moins elles ne se combinent pas au sommet. Les bras *a*, *a* les percent, et entre deux bras, par conséquent *de côté*, et sur le bord, paraît la bouche *f*. Le sommet est terminé *horizontalement* par de très petites plaques, dont on ne voit pas l'apparence dans l'Hémicosmite, et qui suivent entre elles une loi d'arrangement très décidée (fig. 8). Un hexagone parfait au milieu est entouré par six hexagones un peu moins grands, et chacun de ceux-ci est accompagné à ses côtés de deux petits hexagones, qui se confondent avec le bord, et qui sont altérés ou entièrement dévorés par les bras *a* ou par la *bouche latérale b*. L'arrangement de ces plaques terminales est le même que celui des plaques terminales de l'*Actinocrinites triacontadactylus* et d'autres Actinocrinites. Le centre des plaques s'y élève considérablement en pyramide, et le sommet de l'animal paraît orné d'une couronne à six pyramides avec un gros bourrelet, ou pyramide saillante au milieu. Ces élévations sont les restes des pores confluents des suçoirs, qui, en premier lieu, forment une étoile sur les plaques et qui, s'élevant de plus en plus, donnent lieu à la forme mamelonnée des *Gilbertsocrinus*, des *Actinocrinus* et autres.

Vous voyez donc la raison pour laquelle les ouvertures ovariennes (fig. 6, *a*) ne peuvent pas exister dans les Caryocrinites ; en effet, les ovaires étant attachés au-dessous des pinnules qui s'étendent le long du côté intérieur des bras, un au bas de chaque pinnule, ces ovaires se trouvent déjà en liberté et non renfermés dans le péricarpe ; une ouverture ovarienne n'aurait par conséquent eu aucune utilité. C'est à M. Thompson que nous devons la découverte des ovaires au bas des pinnules, et M. Müller a vérifié son assertion dans la belle et superbe dissertation qu'il vient de publier sur le Pentacrine vivant.

Il est vrai que l'Hémicosmite et le Caryocrinite se ressemblent parfaitement par leur *pelvis* (calice), et par le nombre et la configuration élégante de leurs plaques. Ce calice est composé de quatre

(1) Le *Bulletin* ne contient pas ordinairement de planches de fossiles. La planche III qui accompagne cette lettre et les notes précédente et suivante est due à la générosité de M. de Verneuil. (*Note du Secrétaire.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

plaques, dont deux plus grandes ont la forme d'un pentagone et deux plus petites sont des rhombes (*voy.* fig. 9). Si vous remontez depuis la séparation des pentagones, en *ligne verticale*, vers le sommet du Caryocrinite, vous tomberez constamment sur la bouche latérale *b*. Jamais celle-ci ne se trouve d'un autre côté; loi singulière, mais fort commode pour trouver la bouche, quand vous avez déterminé les plaques, ou celles-ci, quand la bouche, la première, s'est présentée à vous; loi qui est encore générale pour toute espèce de Crinoïdes dont les plaques du calice (*pelvis*) sont inégales. En effet, dans l'Actinocrinite, par exemple, les trois plaques de la base sont sensiblement inégales, deux plus grandes et une plus petite, du côté où les plus grandes se combinent et droit au-dessus de leur séparation, est la place de la bouche (*voy.* fig. 10 *b*); c'est le seul des hexagones costaux qui reste libre, les cinq autres mènent tout droit aux scapulaires et aux bras *a*, comme la figure le fait voir, observation que je dois à M. Beyrich; ne dirait-on pas que les organes qui montent vers la bouche demandent un plus grand espace pour se développer, et qu'ils écartent et agrandissent par cette raison les plaques dont le corps se compose? Mais ce ne sont que les plaques de la base qui surpassent en grandeur les deux autres. Il en est tout autrement pour les plaques costales qui forment les côtés; et c'est encore une particularité bien remarquable pour le Caryocrinite. En effet, en regardant ce corps singulier par en haut, on s'aperçoit facilement que le contour de la face supérieure est un triangle à angles obtus (fig. 11); la base de deux bras réunis en forme les angles (*a*, *a*, *a*), et sur le milieu du côté de ce triangle s'élève un autre bras solitaire (*b*, *b*, *b*): il y a donc neuf bras en tout; *c* est la bouche située dans un tuyau de sept petites pièces qui rarement se conservent; or, les deux côtés opposés à celui où se trouve la bouche ont constamment des plaques costales, différentes de celle qui est au-dessous. Un développement des plaques éclaircira cette configuration remarquable (*voy.* fig. 12). Les plaques costales A, A, A correspondent aux angles *a*, *a*, *a* (fig. 11), et les plaques B, B, B aux côtés des triangles (fig. 11). B, C est le côté de la bouche, et la plaque finit en pointe; mais les deux autres plaques B, B ont la pointe émoussée, et *deux rangées* de pores s'y terminent, au lieu d'une seule dans les plaques à pointes. L'analogie que présente cette disposition avec celle des plaques de l'Hémicosmite, telle que je l'ai fait connaître dans mon Mémoire sur la Russie, est sans doute ce qui vous a frappé.

Encore un mot *sur les pores*, ou sur cet *assemblage de petits*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

trous, dont la régularité de disposition donne tant d'élégance à ces espèces de Crinoïdes. Il est certain que ces trous, qui *percent la plaque entière jusqu'à l'intérieur*, ont donné sortie à des suçoirs, semblables à ceux des Holothuries, comme dans l'*Holothuria papillosa* et l'*H. cucumis*. Ils émanent du centre de la plaque costale, et se terminent à ses *angles supérieurs*, en suivant une ligne droite; il y a deux rangées de trous au milieu, et une seule rangée des deux côtés. La partie inférieure de la plaque ne fait voir ces trous que détachés et disséminés; le contraire s'observe sur la plaque scapulaire (fig. 12, D). Là, c'est la partie *inférieure* qui est garnie de rangées de trous et non la supérieure, exactement comme sur les plaques de l'Hémicosmite; ce qui, au premier aspect, peut bien suggérer l'idée d'identité des deux espèces. Mais peu à peu, probablement à mesure que l'animal avance en âge, s'élèvent de petits boutons entre les doubles rangées et à côté des rangées simples. Ces boutons ressemblent quelquefois à des trous; mais ils ne sont jamais percés (fig. 13). Ils deviennent *confluents*, et forment enfin une ligne et une arête assez saillante. Ces arêtes masquent presque entièrement la suture des plaques, et alors on croit voir un corps tout-à-fait différent. Je répète la fig. 7 et le développement de ses plaques avec ces côtes saillantes (fig. 15).

Quelle élégance et quelle symétrie inattendue! Les arêtes s'arrangent avec un ordre tout-à-fait admirable. Celles qui, du centre de la plaque costale, s'élèvent vers son angle supérieur, s'interposent entre les deux rangées de trous et les séparent; celles de côté sont accompagnées d'une série de trous, seulement du *côté supérieur;* il n'y en a point du côté inférieur. C'est le contraire dans la moitié inférieure de la plaque : les trous, toujours en nombre moins considérable que dans l'autre moitié, ne s'y trouvent que du *côté inférieur* de l'arête. Il reste donc tout autour du corps un bandeau de rhombes (A, B, fig. 14) lisses et sans trous, sur lesquels on observe d'autant mieux les stries d'accroissements, qui sont parallèles aux côtés de l'hexagone de la plaque originaire. Je vous prie d'observer que, malgré la différence apparente des fig. 7 et 15, la fig. 13 prouve suffisamment que c'est toujours le même corps dans un état différent d'accroissement, et que ce serait bien à tort que l'on voudrait voir là deux espèces différentes. Je crains qu'une telle erreur ne soit arrivée à feu M. Say : il a nommé la fig. 7 *Caryocrinites ornatus*, et la fig. 15 *Caryocrinites loricatus*. C'est ce qui est arrivé aussi à l'égard des Sphæronites, où l'on a établi des genres avec des différences de surface, qui ne sont que l'effet de la décomposition atmosphérique sur l'élégant dessin de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ces corps. Comme les arêtes saillantes des Caryocrinites empêchent souvent de retrouver la séparation des plaques costales, il est bon d'observer que là où trois arêtes porifères se rencontrent, il y a aussi *rencontre de trois plaques;* mais six arêtes combinées désignent le *centre d'une plaque.*

Si vous considérez que les Crinoïdes ont acquis leur plus grand développement dans les formations anciennes, et que ce que nous en possédons encore à l'état vivant n'est qu'un misérable reste de ce qui a été, vous partagerez sans doute avec moi l'opinion qu'il est du plus grand intérêt d'étudier les particularités de ces animaux dans leurs formes les plus diversifiées; et c'est pour provoquer d'autres observations que je n'hésite pas à vous prier, si vous le jugez à propos, de communiquer à la Société géologique les détails qui précèdent.

M. de Verneuil lit ensuite la note suivante :

En arrivant d'Espagne, M. Paillette, un de nos collègues les plus zélés pour la science, nous a remis quelques fossiles provenant des Asturies, province dans laquelle il dirige des exploitations, et qu'il compte vous faire connaître un jour en détail. Parmi ces fossiles se trouve une nouvelle espèce de Pentrémite qui nous a paru digne d'être décrite et figurée.

Pentremites Pailletti, pl. III, fig. 4 et 5.

Description. — Ce Pentrémite est, comme tous ses congénères, composé de trois pièces basales et de cinq pièces supérieures à peu près d'égale longueur; leur ensemble constitue un corps allongé en forme de pyramide à cinq pans, que l'on pourrait vulgairement comparer à un clou de girofle; la base, très effilée, est comprimée et ovalaire; le sommet est large, aplati et découpé par des angles saillants qui se continuent en s'émoussant sur toute la longueur des pièces supérieures; les ambulacres sont larges, horizontaux, et leur longueur ne dépasse pas le tiers de la longueur totale de l'animal; par suite de l'aplatissement du sommet, ils sont à peine visibles quand on place ce Pentrémite dans une position horizontale; vus de face et perpendiculairement, ils forment une étoile dont les rayons sont profondément enfoncés.

Dimensions. — Longueur, 15 à 16 millimètres; largeur du sommet, 10 millim.

Rapports et différences. — Cette espèce est intermédiaire entre le *Pentremites pentangularis*, Miller, et le *P. Orbignyanus*, de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Kon., qui tous deux sont propres au terrain carbonifère. Le *P. Pailletti*, découvert dans des terrains plus anciens, est plus petit que le premier, plus effilé à sa base, et les angles des pièces supérieures y sont moins aigus. Comparé au *P. Orbignyanus*, il est au contraire plus anguleux et a les ambulacres plus larges et plus enfoncés. On ne saurait disconvenir, au reste, que ces trois espèces n'aient entre elles les plus grandes analogies, et nous sommes assez disposé à croire qu'elles pourront, par suite de nouvelles découvertes, être un jour réunies en une seule. Le *P. Pailletti* a quelque ressemblance encore avec le *P. Reinwardtii* d'Amérique ; mais celui-ci a le sommet plus aigu et les ambulacres plus étroits.

Gisement. — Calcaires dévoniens de Ferrones, province des Asturies. Tous les Pentrémites d'Europe, à l'exception du *P. planus*, trouvé à Vilmar par M. Sandberger, et du *P. ovalis*, cité à Brushford par M. Phillips, appartiennent au terrain carbonifère ; il est donc intéressant de voir une nouvelle espèce, si voisine de deux espèces déjà connues, descendre en Espagne dans des formations plus anciennes, et associée à l'*Aulopora serpens*, au *Favosites spongites*, à la *Terebratula cuneata*, à une autre Térébratule voisine de la *T. undata*, à l'*Orthis orbicularis*, et à une *Leptæna* voisine de la *L. Dutertrii*.

Explication des figures. — Pl. III, fig. 4, échantillon incomplet. On a marqué par deux traits la longueur de la partie qui manque.

Fig. 5, le même, vu du côté du sommet.

Le nombre des Pentrémites aujourd'hui connus dans la science commençant à devenir considérable, nous croyons qu'il n'est pas sans utilité d'en donner la liste.

1. *Pentremites acutus*, Gilbertson in Phill. (*Geol. of York*).
2. *P. angulatus*, Sowerby, *Zool. Journ.*, XIII, 89.
3. *P. derbiensis*, Sow. in Phill.
4. *P. ellipticus*, id., ibid.
5. *P. florealis*, Say.
6. *P. globosus*, id.
7. *P. inflatus*, Sow., *Zool. Journ.*
8. *P. oblongus*, id., ibid.
9. *P. orbicularis*, Gilberts. in Phill.
10. *P. Orbignyanus*, de Koninck (*Descr. des foss. de Belg.*, p. 37, pl. E, fig. 4).
11. *P. ovalis*, Goldfuss.
12. *P. Pailletti*, nob.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

13. *P. pentangularis* (*Platycrinites*, Miller).
14. *P. planus*, Sandberger, *Leonh. Jarb.*, 1842, p. 396.
15. *P. Puzos*, Munst, *Beitr. Heft* I.
16. *P. pyriformis*, Say.
17. *P. Reinwardtii*, Troost, *Transact. geol. Soc. Pensylv.*, 5e report, p. 46 et 58.
18. *P. Verneuili*, id., 6e report, p. 14.

Séance du 5 février 1844.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

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

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Porphyre Jacquemont, les livraisons 50 et 51 du *Voyage dans l'Inde pendant les années* 1828 *à* 1832.

De la part de M. Van Winter, *Korte geognostische*, etc. (Courte description géognostique des basaltes du Rhin-Moyen), par M. Van Winter. In-8°, 24 p. Leyde, 1839.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1844, 1er semestre, nos 4 et 5.

Annales des Mines, 4e série, t. IV (4e livraison de 1843).

Bulletin de la Société de géographie, livraison d'octobre 1843, n° 118.

Mémoires de la Société royale des sciences, lettres et arts de Nancy pour 1842.

L'Institut, nos 526 et 527.

L'Écho du Monde savant, n° 8 ; février 1844.

The Athenæum, nos 848 et 849.

The Mining Journal, nos 440 et 441.

Enfin la Société reçoit, de la part de M. Eugène Robert, deux planches, nos 3 et 4, représentant les côtes occidentales du Spitzberg.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Alcide d'Orbigny lit la note suivante en réponse à la lettre de M. Buvignier et à une note de M. Raulin, lues dans la précédente séance.

J'ai dit, *Paléontologie française*, tome I, pages 424 et 629, que des espèces de Céphalopodes, propres ailleurs au gault, se trouvaient dans les couches inférieures de la craie chloritée de Varennes (Meuse).

J'ai encore dit, même ouvrage, tome II, page 412, que, d'après la collection de M. Buvignier, les couches de craie représentées par une roche blanchâtre, et renfermant les *Ammonites mamillatus*, *interruptus*, etc., appartenaient au gault, comme M. Buvignier l'a reconnu dans sa lettre : seulement, l'aspect minéralogique étant absolument le même que celui de la craie de Varennes (Meuse), je les avais rapportées à tort à cette localité, qui n'est, du reste, que le prolongement de la bande de Rumigny et de Signy (Ardennes).

Tout en rapportant ces espèces au gault, ainsi que le *Solarium ornatum* et le *Cerithium ornatissimum*, propres aux couches du gault de Wissant et de l'Aube, j'ai néanmoins toujours laissé dans la craie chloritée le *Chemnitzia mosensis*, l'*Avellana Raulliniana*, le *Pleurotomaria Moreausiana*. J'admettais donc encore que la couche de gaize de Varennes, tout en contenant des espèces propres au gault, appartenait encore à la craie chloritée ou terrain turonien inférieur.

Dès l'instant que je suis d'accord avec M. Buvignier pour les espèces de Rumigny; que j'ai admis deux fois, par l'examen des faits à Varennes, le mélange dans la craie chloritée de quelques espèces propres ailleurs au gault, je conçois peu le but de la critique de M. Raulin.

Quant aux déductions générales que M. Raulin veut tirer de *trois espèces*, rencontrées dans une couche où il y a évidemment mélange, pour attaquer des conclusions, résumé exact des nombreux faits observés jusqu'à ce jour sur le sol de la France, je crois complétement inutile d'y répondre.

M. Raulin dit qu'il n'a rien à répondre non plus, puisque M. d'Orbigny n'a pas contesté ses assertions.

M. Raulin donne lecture de la note suivante en réponse à celle de M. Pissis, lue dans la séance dernière.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Réplique à la seconde Réponse *lue par M. Pissis dans la séance du 22 janvier* 1844.

Notre intention était de répondre très brièvement à M. Pissis, mais nous sommes forcé de le faire un peu plus longuement que nous ne l'avions projeté, parce que nous avons reçu, il y a cinq jours, d'un de nos amis résidant au Puy, les *Annales de la Soc. d'agric. du Puy*, *pour* 1835-36, qui contiennen l'*Esquisse géognosique des environs de Brioude*, par M. Pissis, accompagnée d'une grande carte coloriée que nous mettons sous les yeux de la Société.

Nous avons visité, en septembre 1842, la montagne d'Autrac, à l'O. de Blesle, où M. Pissis nous a, en effet, signalé l'existence du terrain tertiaire avant notre départ pour l'Auvergne, en nous communiquant un bon nombre de renseignements sur les terrains tertiaires des environs de Brioude. Nous sommes monté par le S.-E., où nous avons vu d'abord le terrain tertiaire qui y atteint 150 mètres d'épaisseur, et dont on extrait de la pierre à chaux ; puis au-dessus, une nappe basaltique assez épaisse, et enfin, le cône de scories de la Croix-du-Cornet. Nous sommes redescendu par le flanc O., où nous avons vu, immédiatement au-dessous de la nappe basaltique, le gneiss qui s'élève un peu plus haut que le terrain tertiaire dont nous n'avons pas vu la moindre trace en ce point. La carte de M. Pissis représente fidèlement ce que nous avons vu, et contredit entièrement son assertion, que le terrain tertiaire se montre à l'E., au S. et à l'O. de la Croix-du-Cornet, car il n'est figuré qu'à l'E. et au S.-E., les basaltes reposant partout ailleurs sur les gneiss, sans intermédiaire. Il reste donc démontré que M. Pissis risquait de se tromper de 150 mètres, en attribuant au terrain tertiaire l'altitude que nous avons donnée pour le gneiss.

Quant à la montagne du Caure, nous avons dit seulement que nous ne l'avions pas visitée, et que la carte géologique de la France la figure comme un haut plateau primordial. En examinant la carte de M. Pissis, on voit le terrain tertiaire du plateau situé à l'O. de Chambezon, se continuer jusqu'à 2 kilomètres à l'E. d'Ardes, au-dessus de la nappe basaltique qui porte à son extrémité occidentale la montagne du Caure, ainsi qu'on peut le voir sur la carte de Cassini et sur d'autres. Cette montagne présente bien, comme le dit M. Pissis, du basalte, mais rien ne montre que le terrain tertiaire s'y élève plus haut que dans le plateau de Chambezon et au Moncelet : tout indique, au contraire, que ce doit être une énorme masse de basalte semblable à celle du puy

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'Isson. Nous ne croyons donc pas nous être trompé en disant que le terrain tertiaire n'existe pas dans la montagne du Caure. Au surplus, lors même qu'il s'y trouverait, sa présence ne viendrait contrarier notre manière de voir qu'autant que son altitude serait de beaucoup supérieure à 640 mètres, et on ne doit pas oublier que M. Pissis n'a pu indiquer celle-ci.

M. Pissis nous rappelle avec raison que nous avons dû quitter le terrain tertiaire pour traverser la vallée de l'Alagnon; c'est, en effet, ce qui nous est arrivé pendant 1 à 2 kilomètres. Mais ne commet-il pas une erreur bien autrement grave que la nôtre, en disant que l'Alagnon coule *constamment*, de l'Allier à sa source, sur le terrain houiller et le gneiss? Ignore-t-il donc que cette rivière, à partir du Lioran, où est sa source, coule pendant près de 25 kilomètres, soit sur les roches trachytiques et basaltiques du Cantal, soit sur le terrain tertiaire des environs de Murat, et que ce n'est que près de Joursac qu'elle arrive enfin sur le gneiss?

Si M. Pissis pense de bonne foi qu'un exemple sur quinze, au lieu de faire exception, constitue la règle, nous admettrons volontiers que nos observations barométriques sont plus nuisibles qu'utiles, en raison de leur grande inexactitude. Nous croyons toutefois que nos lecteurs seront d'un avis contraire en voyant que, sur quinze observations, nos erreurs dans quatorze ne s'élèvent qu'à + 17 mètres et à — 18 mètres, et que dans huit elles n'ont pas dépassé 10 mètres, soit en plus, soit en moins.

Quant aux comparaisons que nous avons données pour montrer qu'il y a véritablement abaissement de la surface supérieure du terrain tertiaire vers le S., à partir du puy de Barneyre, M. Pissis ne pouvant nier l'évidence des faits, nous pose deux nouvelles objections auxquelles, pour ne pas prolonger la discussion, nous ne répondrons que par quelques mots. A la première, nous dirons que nous ne sommes pas de ces géologues qui croient, sans preuves incontestables, que les basaltes peuvent soulever des montagnes en s'infiltrant dans leurs fissures sous forme de dykes et de filons. A la seconde, nous répondrons que les couches supérieures du terrain tertiaire se trouvent dans les environs de Brioude, ainsi que M. Pissis pourra s'en convaincre en lisant les pages 80 et 81 du tome III des *Mém. de la Soc. géol. de France*, lesquelles ont été écrites par lui-même avant 1838. Au surplus, quand bien même elles n'y existeraient pas, nous n'en croirions pas moins pouvoir établir les comparaisons que nous avons données.

Relativement au puy d'Isson, nous croyons être sûr que les terrains tertiaires qui sont à la base de ce puy n'y atteignent point

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

une altitude contraire à notre manière de voir, et il nous semble toujours bien démontré que M. Pissis a commis une erreur de plus de 150 mètres sur ce point. Pour le puy de Barneyre, que nous avons visité, nous pouvons affirmer que la nappe basaltique, qui a 42 mètres d'épaisseur sur le flanc S., en possède 213 sur le flanc N.-E. Si M. Pissis doutait encore qu'il fût possible que l'épaisseur des basaltes dépassât 50 mètres, nous pourrions ajouter qu'ils en ont 72 sur le flanc E. du Moncelet.

Relativement à nos trois dernières conclusions, nous répéterons que la position des arkoses au puy de Corent, à un niveau inférieur à celui qu'elles atteignent à Four-la-Brouque, Vic-le-Comte, Montpeyrou et le puy de Chateix, est un fait insignifiant, parce que ce n'est pas en prenant les altitudes de la partie inférieure du dépôt qui se forme sur le fond d'un lac inégalement profond qu'on peut établir la limite supérieure de ses eaux. Cette même raison répondrait suffisamment à cette assertion de M. Pissis, que, dans la partie située au S. du puy de Barneyre, l'Allier, les trois Couses, l'Alagnon et la Senouire coulent au-dessous du terrain tertiaire, si lui-même, dans sa carte, n'avait établi par avance qu'il n'en est pas ainsi. En effet, l'Allier est indiqué comme coulant sur le terrain tertiaire l'espace de 11 kilomètres, depuis sa jonction avec la Senouire jusque près d'Auzon; la Couse d'Ardes traverse 10 kilomètres de terrain tertiaire, au-dessus de son embouchure dans l'Allier; la Senouire elle-même y passe également dans une longueur de 5 kilomètres près de Paulhaguet. Probablement ici M. Pissis ne dira pas, comme pour la carte géologique de la France, qui est à 1/500,000, et qui est presque entièrement semblable à la sienne, que cela tient à la petitesse de l'échelle de sa carte, car elle est à très peu près une réduction à moitié de celle de Cassini, ou à 1/180,000 environ. Quant à cette circonstance que le terrain tertiaire est beaucoup moins élevé au puy de Corent (560 mètres environ) que dans les montagnes environnantes, et notamment au puy Saint-Romain (736 mètres), qui n'en est éloigné que de 4,000 mètres, cela nous paraît tenir à ce qu'il manque au puy de Corent une partie des couches supérieures du terrain tertiaire; car si on voulait supposer que la même couche se trouve au sommet de ces deux montagnes, il faudrait nécessairement, en raison de la différence d'environ 175 mètres qu'elles présentent dans leurs altitudes, admettre que les couches y plongent de 2° 1/2 vers l'O., ce qui n'est pas. La base du terrain tertiaire, dans cette hypothèse, devrait aussi être beaucoup plus élevée au-dessus de l'Allier, au puy Saint-Romain, qu'à celui de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Corent, et c'est justement le contraire qui a lieu. Au surplus, il y a un fait à remarquer, c'est que le terrain tertiaire est encore plus élevé d'environ 80 mètres au puy de Corent qu'à la Croix-des-Frères, près de Brioude, puisqu'en ce dernier point il n'atteint qu'une altitude de 476 mètres.

Après avoir répondu aux dernières objections de M. Pissis, nous avons cru nécessaire d'examiner si celles qu'il nous avait posées précédemment ont pour base les faits indiqués sur la carte tout-à-fait impartiale qui se trouve devant la Société. Nos recherches nous ont démontré qu'il avait déjà adopté pour les premières une marche semblable à celle qu'il a suivie plus tard. C'est ainsi que le terrain tertiaire, au lieu d'aller jusqu'à Chavagnat, à 22 kilomètres au S.-E. de Brioude, s'arrête dans cette direction à 16 kilomètres de cette ville. C'est ainsi que la distance qui sépare le terrain tertiaire de Frugières de celui de Domeyrat, au lieu d'être moindre de 2,000 mètres, dépasse 3,500 mètres, et encore est-ce en tenant compte de deux languettes étroites qui se prolongent l'une vers l'autre, car si on en faisait abstraction, la distance serait de 6,500 mètres. Ce rétablissement des véritables distances vient encore en confirmation de ce que nous avons dit relativement à l'érection du terrain tertiaire de Paulhaguet en un bassin distinct de celui de la Limagne; ce qui, pour le dire en passant, ressort évidemment de l'inspection de la carte de M. Pissis. C'est encore ainsi qu'Autrac, qu'il disait éloigné seulement de 3,000 mètres du bassin de la Limagne, s'en trouve à 6,500 mètres, le terrain tertiaire ne dépassant pas le plateau de Chambezon, au lieu de venir jusqu'à Bressol. La distance, qui se trouve plus que doublée, vient encore corroborer notre opinion que le lambeau d'Autrac faisait partie d'un petit bassin séparé. Quant à l'assertion que l'Allier, sans aucune exception, coule toujours au-dessous de la base du terrain tertiaire au S. de Coudes, nous croyons inutile de revenir sur ce que nous avons dit plus haut.

Si maintenant nous examinons soigneusement la carte de M. Pissis, nous verrons qu'elle ne diffère que fort peu de celle de MM. Dufrénoy et de Beaumont, et qu'aucun des faits qui y sont consignés n'est contraire à la manière de voir que nous avons exposée dans notre *Notice* insérée tome XIV, pages 577 et suivantes. Nous ajouterons même qu'en lisant attentivement la seconde partie des *Observations* de M. Pissis, que jusqu'à présent nous avions cru convenable de laisser en dehors de la discussion, nous avons pu nous assurer que tous les faits qui y sont exposés rentrent dans notre théorie, à l'exception d'un seul, la présence

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

du terrain tertiaire à Lespinasse, à l'altitude de 608 mètres. Mais comme sur la carte de M. Pissis ce dernier terrain n'est justement pas indiqué en ce point, on comprendra facilement que nous ayons quelques doutes sur la réalité de son existence.

Nous espérons qu'on nous excusera d'être entré dans de semblables détails, puisqu'ils sont indispensables à l'établissement de la vérité et à notre défense; mais il faut songer que ce n'est pas nous qui avons pris l'initiative dans la longue discussion que nous venons d'avoir avec M. Pissis. Cette discussion n'aura pas été sans utilité pour la science, puisque la disposition du terrain tertiaire de la plaine de l'Allier, qui en est le sujet principal, s'en trouve beaucoup mieux connue, et qu'en outre nous avons traité en passant plusieurs questions importantes. Ainsi nous avons eu l'occasion d'établir ce qu'il faut entendre en géologie par parallélisme, en montrant que des chaînons de montagnes réputés parallèles possèdent des directions qui diffèrent entre elles de plus de 10°. Ainsi nous avons fait voir que, dans la Limagne, l'épaisseur des basaltes est excessivement variable, puisque de 15 mètres elle s'élève à plus de 200 mètres sur plusieurs points. Enfin, par des faits précis, nous avons démontré, d'une part, que des observations barométriques faites à plus de 50 myriamètres de distance sont tout aussi comparables entre elles que celles qui sont faites dans des lieux assez rapprochés; et, d'autre part, que les pressions atmosphériques s'équilibrent à de grandes distances, quelles que soient d'ailleurs les directions des vents dans les diverses stations au même instant : deux circonstances qu'il importe beaucoup au géologue de connaître.

M. Pissis dit qu'il se trouvait au Brésil lors de l'impression de la carte que M. Raulin invoque contre lui; qu'il n'a donc pu corriger les erreurs qu'a pu faire le graveur, et qu'il renonce à continuer la discussion.

On procède ensuite à la nomination d'un membre du Conseil en remplacement de M. Duperrey, élu dans la séance du 8 janvier, et auquel sa santé, qui va l'obliger à s'absenter de Paris, ne permet pas d'accepter cette fonction.

M. Bontemps, ayant obtenu la majorité des suffrages au scrutin secret, est proclamé Membre du Conseil.

M. Leblanc termine la lecture du Mémoire suivant, commencée dans la dernière séance :

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Notice sur les recherches de sources jaillissantes et superficielles dans la province d'Oran et dans les environs d'Alger, faites à la demande de M. le lieutenant-général de Lamoricière, par M. Ayraud, ingénieur envoyé par M. Degousée, et mise en ordre par M. Le Blanc, chef de bataillon du génie (1).

§ I. *Province d'Oran.*

La plus grande partie de la surface du sol du pays est couverte par le terrain tertiaire. Il est composé d'une grande assise marno-argileuse, sur laquelle repose un étage plus ou moins développé, formé d'alternances de calcaires, grès et sables souvent bien développés. Ce sont eux qui forment les sables du désert. Les couches sont généralement peu inclinées. On est donc généralement dans les conditions nécessaires pour rencontrer de ces amas d'eaux souterraines qui donnent naissance aux sources jaillissantes.

Mers-el-Kébir. — De Mers-el-Kébir à Oran, les couches des terrains schisteux jurassiques sont généralement très inclinées, tantôt au S., tantôt au N. La route est pratiquée dans ces escarpements, au milieu des dolomies et des calcaires compactes. Mers-el-Kébir est bâti sur le terrain schisteux; son fort est au pied d'une montagne dont les couches calcaires et schisteuses plongent au N. d'un côté, et au S. de l'autre, dans une direction E.-O. Il est inutile de chercher de l'eau jaillissante ou ascendante sur ce point. Il y a 2 lieues d'Oran à Mers-el-Kébir, et dans un ravin, ou plutôt dans un pli de terrain à 3 kilomètres au-delà, on a recueilli quelques pleurs fournissant en somme 8 à 10 litres par minute, quantité insuffisante pour Mers-el-Kébir, qui, étant peut-être le meilleur port de la côte, doit, d'ici à peu de temps, devenir un point populeux.

Oran. — Toute la partie basse des environs d'Oran, dans laquelle est comprise la plaine qui entoure le lac salé Sebgha, paraît être tertiaire. A Oran, ce terrain, dont on voit la coupe, pl. IV, *fig.* 1, repose sur des argiles schisteuses qui forment un escarpement de 80 mètres environ au bord de la mer. Là, son inclinaison est peu considérable; mais en se relevant sur le flanc gauche du ravin

(1) On peut consulter sur le même sujet, 1° un article de M. Rozet, capitaine d'état-major, dans les *Annales du Muséum pour* 1834; 2° la *Description du pays parcouru par l'armée française en Afrique en* 1833, du même auteur, publiée par Arthus Bertrand.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Recherche des sources jaillissantes et superficielles dans la province d'Oran.

Report sur pierre de la Carte du Dépôt de la guerre.

Imp. de Kaeppelin.

Fig. 1. *Coupe suivant le Méridien 3° en travers du ruisseau d'Oran*

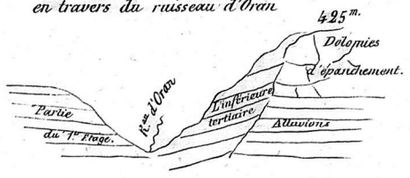


Fig. 2. *Coupe en travers de la plaine d'Eghris.*

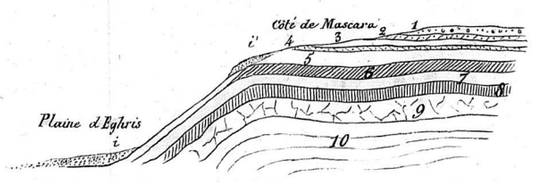


Fig. 3. *Source superficielle dans des Alluvions a (a') absorbée dans les Strates en a'' et a'''*

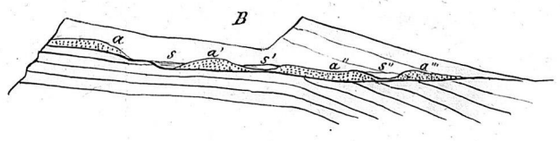
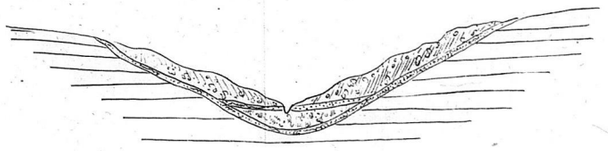


Fig. 4. *Vallon de Merjane Nekas à 8 Kilom. de Tagadempt.*



Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'Oran, il atteint le sommet du mont où est bâti le fort espagnol Santa Cruz, à 425 mètres au-dessus de la mer; la partie qui est en contact avec les argiles schisteuses paraît être généralement un moellon assez analogue à celui de Paris employé dans les constructions; quelques assises produisent de bonne chaux grasse. Vers la mer, et dans le ravin d'Oran, le plongement est généralement au S. (nulle part on ne voit l'inclinaison au N. vers la mer, comme on le disait à Paris). Les couches doivent se relever pour donner naissance à une ligne culminante sur laquelle se trouve la Tour Combe, et reprendre de nouveau le plongement au S.

En se reportant du côté de la montagne des Lions, ou Djebel-Kahar, à l'E. d'Oran, on trouve là aussi le terrain tertiaire recouvrant les marnes bleues. Si, dans sa partie moyenne ou dans sa partie inférieure, il existait une masse sableuse pure, continue, partout où ces parties se trouvent au jour, l'on verrait les eaux prisonnières s'échapper en suintant au travers des sables; mais comme tous les strates se touchent exactement, ils sortent avec rapidité et abondance par des anfractuosités accidentelles que l'observateur chercherait en vain à discerner en parcourant la surface du sol.

Aux environs d'Oran, à 4 ou 6 kilomètres dans la direction E.-N.-E., se trouvent plusieurs fermes du gouvernement, cultivées par la troupe; elles sont toutes sur un terrain élevé, et l'approvisionnement d'eau potable est à Oran. Quelques unes ont des puits de 20 à 25 mètres de profondeur, dont les eaux peu abondantes sont malsaines, mais importantes pour l'arrosement en été. Un coup de sonde les rendrait peut-être plus abondantes, et s'il était accompagné d'un tuyau, on pourrait isoler les eaux potables et les recueillir au moyen d'une pompe appliquée directement sur le tuyau, si la profondeur ne dépassait pas 35 mètres. Si l'on ne voulait que de l'eau d'arrosage, on laisserait les eaux amenées par la sonde se répandre dans le puits.

Meserghine.—Les argiles schisteuses (marnes bleues) se montrent dans le ravin de ce nom, recouvertes par le moellon et la partie supérieure du même terrain, qui diffère du moellon en ce que sa stratification est moins uniforme et en ce que sa texture est extrêmement variable. C'est un calcaire tantôt brun, compacte, à grains fins, d'autres fois à texture oolitique, et peu dur; quelques assises sont entièrement composées de coquilles réunies par un ciment excessivement dur; d'autres ont une texture grésiforme; enfin, à la partie supérieure l'on remarque des masses puissantes de gompholite composées de fragments de roches diverses. Il n'y a

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dans toute la masse aucune couche sableuse, et malheureusement la jonction du moellon avec les argiles se fait immédiatement sans dépôt sableux ou autre couche intermédiaire étendue et poreuse : aussi les eaux sourdent-elles, tantôt dans le moellon même, tantôt à son passage aux argiles ; cependant ce dernier cas se rencontre plus fréquemment. Le ravin de Meserghine donne environ 8,000,000 litres par vingt-quatre heures. Le pendage continuant, les couches s'enfoncent sous la plaine du Sebgha, dans la direction du S., pour reparaître en se relevant sur les flancs des montagnes opposées, Djebel-Azedj et Djebel-Tafarouï.

De Meserghine, en se dirigeant vers le camp du Figuier, l'on voit partout à jour la partie supérieure du terrain tertiaire. Dans cet intervalle, où l'on n'a d'autres eaux que des infiltrations du Sebgha, à 2 ou 3 mètres au-dessous du sol, on pourrait isoler ces premières eaux, soit par un tuyau de sondage, soit par une excavation bétonnée, et donner un coup de sonde pour aller à la recherche d'infiltrations douces qui, si elles ont lieu à de petites profondeurs, et ne sont pas jaillissantes, pourraient être amenées au jour au moyen de pompes peu coûteuses. Si les eaux étaient jaillissantes au-dessous des alluvions, le tuyau d'ascension seul servirait aussi de tuyau d'isolement ; ce cas doit se rencontrer assez souvent.

Camp du Figuier. — Dans le ravin de Meserghine, les argiles sont à nu et à peu près à la hauteur de celles de la côte d'Oran ; le plongement se continuant, le terrain doit s'enfoncer sous le lac salé ou Sebgha : donc s'il y a relèvement du côté S. opposé, et cela a lieu, il pourrait surgir des eaux douces jaillissantes. Le camp du Figuier, à l'extrémité E. du lac, s'approvisionne d'eau à Oran, n'ayant que de mauvaises eaux saumâtres que l'on fait boire aux bestiaux. S'il y a un sondage à tenter aux environs d'Oran, c'est là qu'il doit être établi, et si la partie inférieure du calcaire tertiaire doit donner de l'eau jaillissante, ce point est pour cela dans les conditions les meilleures. Le sondage du Figuier devrait peut-être atteindre 100 à 150 mètres avec un tuyau d'isolement contre les eaux salées du Sebgha.

Plaine du Tlélat. — On a déjà examiné, par rapport aux versants qui regardent le S., les chances d'obtention d'eaux jaillissantes au Figuier ; il restait à s'assurer du pendage des couches calcaires sur le front N. de la chaîne principale bordant la plaine du Sebgha et celle du Tlélat. La direction de ses couches est telle qu'on l'a supposée, c'est-à-dire N. 60° O., et leur pendage environ 45° N. contraire à celui qu'elles affectent sur le front S. des monts Emsila

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et Smala. On doit donc penser que le camp du Figuier est dans une position géologique telle que l'on y puisse obtenir des eaux fortement ascendantes, et cela probablement dans la partie moyenne du terrain tertiaire qui compose toute cette contrée.

Quant à la plaine du Tlélat, contiguë à celle du Sebgha, des puits ordinaires peuvent y être établis partout, à une petite profondeur dans les dépressions de terrain, et donner de l'eau douce par l'isolement préalable des eaux saumâtres.

S'il est urgent d'avoir de l'eau abondante dans le ravin du Tlélat, vis-à-vis de la redoute Trézel, c'est-à-dire au point ordinaire de campement, je crois que l'on y peut parvenir : 1° en prenant les eaux au-dessus des points où elles se perdent en partie dans le lit même du ruisseau, et les conduisant par une tranchée à l'endroit en question ; 2° en faisant une tranchée latérale au ruisseau, d'une dizaine de mètres de longueur et d'une profondeur de 7 à 8 mètres, nécessaire pour atteindre les infiltrations ; cette tranchée serait terminée par une pente douce arrivant au sol, telle que les chevaux pussent la descendre sans trop de difficultés ; 3° en pratiquant plusieurs puits ordinaires munis de bassins, dans lesquels l'eau serait jetée, soit par une simple pompe en bois, soit au moyen de seaux.

La plaine du Tlélat est remarquable par la manière dont elle se termine aux salines d'Arzeu, dominées sur tout le reste de leur pourtour. C'est là que doit se rendre une grande partie des eaux qui arrosent la plaine. Elles doivent d'abord élever considérablement le niveau du lac ; mais après s'être saturées de sel, une partie doit s'infiltrer dans le sol et produire de mauvaises sources aux environs.

Lac d'Arzeu. — Dans la dépression occupée par ce petit lac, on aurait probablement aussi des infiltrations salées ; mais des eaux douces se trouvent sans doute à peu de distance au-dessous, et on pourrait agir là comme dans la plaine du Sebgha.

Plateau de Muley-Ismaël. — En quittant le Tlélat pour aller à Mascara, on monte immédiatement sur le plateau allongé qui va se terminer à la mer après avoir en partie entouré les salines d'Arzeu. On ne voit sur toute la route qui traverse le pays que le terrain tertiaire dont est composé sans doute tout ce plateau. Les amas de gompholite y sont tellement abondants que leur désagrégation a donné lieu à des dépôts de cailloux roulés analogues à certaines alluvions fluviatiles. Cette partie de route peut être suffisamment pourvue d'eaux, au moyen de puits peu profonds ou de sources mises à découvert par des tranchées plus ou moins étendues, pra-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tiquées dans les masses calcaires ou dans les alluvions qui couvrent certaines parties. Une petite sonde d'agriculteur du poids de 140 kilogr., et du prix de 450 fr., suffirait pour l'exploration rapide de cette contrée.

Plaine du Sig. — Le Sig, qui coule à une dizaine de kilomètres du pied du plateau, est d'abord fortement encaissé dans des alluvions dont la pente au N. vient bientôt rencontrer celle du ruisseau. Il résulte de cette jonction un débordement d'eaux donnant à la partie N. de la plaine l'aspect d'un marais que concourent à former de la même manière les ruisseaux de l'Habra et de l'Elmelah, descendant des Medjeher. Une partie des eaux ainsi étendues *est absorbée par le sol*, tandis que l'autre s'écoule dans un bassin principal sous le nom de la Macta.

Le Sig est, comme le Tlélat, un ruisseau torrentiel, qui souvent doit rouler des eaux chargées de détritus enlevés à ses rives. A cet état presque bourbeux, elles doivent être peu potables; cet inconvénient pourrait disparaître en pratiquant des puits peu profonds sur l'une des rives où s'établit ordinairement le camp, dans lesquels filtreraient, à travers les alluvions, des eaux limpides, ainsi que cela a lieu dans les bassins des rivières coulant sur des dépôts meubles que le plus souvent elles ont elles-mêmes formés. Dans la plaine d'Oran et du Sig il est peu probable que l'on obtienne des eaux jaillissantes au-dessous du terrain crétacé, *quoique le contraire doive avoir lieu dans le terrain tertiaire*, parce qu'au S. les couches du premier terrain sont coupées en tous sens jusqu'aux terrains inférieurs, et qu'au N. elles ne peuvent avoir de relèvement que sur des chaînes sous-marines.

Plateaux entre le Sig et Mascara. — Du pied des monts Ismaël, que nous venons de quitter, en se dirigeant vers l'Oued-Chrouf, où était campé en 1843 le bataillon d'Afrique, le terrain tertiaire paraît conserver le pendage et la direction déjà observés, pour se courber sous la vaste plaine du Sig. Le camp de l'Oued Chrouf s'approvisionne d'eaux au Sig, dont il est distant de 8 kilomètres. Il semble qu'une excavation faite à peu de distance de ce point, et imparfaitement étayée, pourrait éviter l'emploi immense de temps que nécessite le système actuel. A ce sujet on doit dire que toutes les fois qu'un camp doit subsister sur le même point pendant plusieurs semaines, et à une grande distance des sources, une petite sonde d'exploration lui serait fort utile. Une journée suffit pour fouiller le terrain sur plusieurs points différents, et choisir avec discernement; un des essais ayant amené la découverte d'eaux suffisamment abondantes à une petite profondeur, l'on

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pratiquerait une excavation à parois assez inclinées, pour que le terrain, s'il était croulant, ne nécessitât pas un boisement compliqué, ou bien l'on ferait un abreuvoir analogue à celui dont on a parlé pour le Tlélat. — La petite sonde d'exploration peut être facilement transportée sur des mulets.

En quittant l'Oued-Chrouf pour suivre la route de Mascara, l'on voit le terrain tertiaire superposé visiblement aux argiles schisteuses, appartenant peut-être au terrain crétacé, puis des bancs de calcaire compacte, mais formant en somme des masses peu considérables, alternant avec des argiles quelquefois pures, d'autres fois calcaires et d'une grande puissance. La partie inférieure du système paraît être une masse d'argiles crétacées de 150 mètres de puissance, généralement brun-jaunâtre, compactes, et quelquefois assez dures pour constituer une véritable roche, sans apparence de stratification, et renfermant à diverses hauteurs de nombreux fossiles. A cette première association de roches en succède une autre de la même époque peut-être : c'est une masse non moins puissante d'argiles schisteuses, ou plutôt de schistes argileux, passant du gris noir au grisâtre, et séparée par des bancs de grès peu épais; le tout repose sur des schistes et calcaires compactes du terrain jurassique. Enfin les hauteurs sont couronnées par des lambeaux de terrain tertiaire auquel il faut probablement rapporter le calcaire à nummulites, dont on rencontre des blocs erratiques au fond des ravins et sur la pente de quelques montagnes.

Dans tout le massif que nous venons de traverser, les sources sont assez rares; cependant l'on peut en chercher de nouvelles dans les ravins à pentes faibles, et au pied des collines cultivées. C'est ici encore que la petite sonde d'exploration devient nécessaire pour fouiller en peu de temps les terrains meubles, dans lesquels les sources doivent principalement se chercher *dans cette localité.*

Montagnes au N. de Mascara. — Les eaux de la partie haute de Mascara proviennent d'infiltrations dans les sables et grès calcaires que l'on rencontre à l'entrée des Béni-Chougran, et qui doivent appartenir au terrain tertiaire. Quelques bancs d'argile s'interposent entre les deux premières couches, et rendent ce système très favorable au recèlement des eaux. Les couches plongent au S. sous un angle faible pour recouvrir le calcaire blanc de Mascara entre les strates duquel coulent d'autres sources également abondantes. L'alternance de sables et grès dont on vient de parler s'étend à 8 kilomètres de Mascara dans la direction

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des routes de Mostaganem ; elle forme des dépressions larges et assez profondes dans lesquelles on peut trouver de belles sources analogues à celles qui alimentent Mascara. En s'enfonçant dans les Béni-Chougran, l'on revoit les argiles et les schistes du terrain crétacé, dont le morcellement est plus remarquable encore que dans la ligne de l'Oued-Chrouf à Mascara. Ce qu'on a dit de l'exploration à faire dans cette partie peut s'appliquer à celle des Béni-Chougran.

Il existe à gauche et à droite du sentier, que l'on appelle route de Mostaganem, de petites plaines cultivées ou susceptibles de l'être, dominées par d'énormes escarpements, dans lesquelles on peut avec certitude fouiller le sol pour y atteindre l'eau à une faible profondeur. Vient ensuite l'Oued-Kseub, petit affluent de l'Habra, dans le bassin duquel des puits peu profonds peuvent être établis sur plusieurs points, et donner des eaux limpides à côté des eaux chaudes et bourbeuses que roule ce ruisseau.

A 8 kilomètres plus loin, toujours en suivant la même route, l'on redescend dans la plaine de l'Habra, traversée par plusieurs routes, qui toutes se dirigent vers les Medjeher. Là, aussi bien que dans la plaine du Sig, il est évident que des puits ordinaires peuvent être pratiqués sur des points quelconques. Les eaux que renferment le sol, résultat des infiltrations des eaux sauvages, et en second lieu de celles des marais dont il est question plus haut, doivent nécessairement se trouver partout à peu de profondeur.

Plaine d'Eghris. — Le grand axe de cette plaine est dirigé du N.-E. au S.-O., par conséquent de la même manière que celui de la plaine de Meleta et du grand Sebgha du S. Cette analogie dans les directions des plaines coïncide parfaitement avec le parallélisme constant des chaînes de soulèvement. On doit aussi s'attendre à voir les couches du bord de ce bassin affecter des directions qui s'écartent peu du mouvement général du terrain, et c'est ce qui a lieu. Quant à leur inclinaison, elle est au S. sous différents angles : ainsi, à Mascara, les couches, après avoir couru sous la ville, sous une inclinaison faible, se courbent vers la plaine presque verticalement, tandis que sur d'autres points du même bord, cette inclinaison est à peine sensible. Le sol de Mascara, jusqu'à El-Bordj, paraît se composer ainsi qu'il suit (voir la pl. IV, fig. 2) :

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TERRAIN TERTIAIRE.

1. Terrain détritique. — Argiles rougeâtres, propres à la fabrication de la brique et de la poterie.
1. Gompholite; blocs et amas composés de noyaux arrondis de même nature que les calcaires grésiformes et grès environnants.
2. Grès de divers grains. — Grès calcaire et grès siliceux quelquefois blancs, le plus souvent gris-jaunâtres.
3. Sables gris-jaunâtres.
4. Grès semblables aux précédents.
5. Argiles rougeâtres avec fragments calcaires.
6. Calcaire assez dur, brun-jaunâtre non cohérent, celluleux, se trouvant empâté dans un ciment argileux.
7. Calcaire blanc compacte, dur, à cassure unie, parsemé de dendrites; épaisseur ..... 8 mètres.
8. Calcaire brun, id., id..... 9 mètres.
9. Calcaire crayeux, tendre, blanc, fendillé, id.... 20 mètres.
10. Argiles calcaires avec rognons calcaires.

En vertu de la disposition des couches, de nombreuses infiltrations doivent avoir lieu sous le sol du bassin d'Eghris, et il est possible qu'un forage puisse en amener les eaux à la surface. Cependant, si l'on considère qu'à l'O. le bassin est borné par les profondes déchirures de l'Oued-el-Hammam, l'on sera porté à penser que les chances de succès doivent être peu grandes; néanmoins des essais tentés dans des circonstances moins favorables ont amené des résultats importants.

Les sources se présentent à la surface du sol sous différents aspects, et en vertu de lois diverses, selon la nature et la disposition des couches de terrain qui les contiennent. Souvent les eaux traversent en suintant les terrains superficiels meubles, et sortent dans les ravins, dans les dépressions, à l'état de pleurs. Les sources de Ternifind se trouvent dans ce cas, et donnent une idée de ce que peuvent produire des tranchées faites avec discernement dans des terrains saturés d'eau. La nature de ces sources me porte à croire qu'autrefois il n'existait là qu'un très faible filet, que l'Arabe pouvait appeler l'eau du passant (expression arabe signifiant une source peu abondante); que la surface du suintement ayant d'abord été agrandie une première fois, la quantité d'eau qui en est résultée aura porté à construire l'espèce de bassin actuel dont le fond et les bords sont criblés d'une infinité de pores, qui apportent chacun sa minime quantité d'eau au produit total. Peu au-delà de Ternifind, l'on atteint la ligne culminante de la plaine, qui peut être considérée comme arête

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de partage des eaux ; de là le terrain s'abaisse d'une manière inégale jusqu'à Fortasa, limite E. de la plaine, au confluent de l'Oued-el-Abd et de la Mina.

En résumé, je pense que dans toute la partie de la plaine d'Eghris qui s'étend depuis la ligne culminante jusqu'à la bordure O., des puits ordinaires peuvent être établis, et donner suffisamment d'eau (ceux existants tarissent parce que probablement ils n'ont pas été assez foncés) ; que ces puits seront probablement peu profonds, surtout vis-à-vis de Mascara ; qu'aux abords de la ligne culminante, un peu à gauche de la route en se tournant vers El-Bordj, l'on peut aussi obtenir des eaux suffisantes pour la troupe. Au moyen d'une petite sonde, l'on aura de suite une idée de l'importance des travaux à faire soit pour des puits, soit pour des abreuvoirs. Enfin l'on peut raisonnablement tenter un essai de puits jaillissant dans la plaine d'Eghris depuis Ternifind jusqu'à 2 kilomètres de la limite O. Le forage devra être poussé au moins à 100 mètres.

Route de la plaine d'Eghris à Tagadempt et Tiaret(1). — On passe sous silence la partie richement pourvue d'eaux qui s'étend de Fortasa à Sidi-Djelali-Ben-Amar. Les roches y sont presque partout à nu ; l'on y remarque la continuation des argiles rougeâtres et grisâtres de Mascara, des marnes calcaires et quelques lambeaux de calcaire dur et poreux, semblable à celui de la partie supérieure du terrain d'Oran.

A Sidi-Djelali-Ben-Amar les argiles schisteuses, grisâtres et noirâtres, séparées par des grès en bancs et en feuillets ayant souvent l'aspect d'un psammite, se montrent sur les deux flancs de la vallée de la Mina. Là, comme sur tous les points où ce terrain, qui appartient, je crois, au système crétacé, est à nu, les puits artésiens sont peu praticables, parce que ces couches sont dans un état de désordre tel, que les infiltrations n'y peuvent avoir aucune régularité, et qu'au contraire la plus grande partie des eaux qui arrosent les hauteurs s'écoulent sur le sol, et ne tendent qu'à le raviner, jusqu'à ce qu'elles atteignent un bassin principal.

En continuant la route vers l'E., on monte bientôt sur les plateaux de Menndès ; ici la configuration du sol change tout-à-coup avec sa constitution géologique. Une superposition régulière de grès quelquefois feuilletés, souvent en bancs de 1 à plu-

(1) Ces points sont en dehors de la carte.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sieurs mètres d'épaisseur, s'étend de Sidi-Djelali-Ben Amar jusqu'au-delà de Tiaret.

La direction des couches est moyennement au N. 70° O., et leur pendage, assez variable, est généralement au S. Ils se terminent souvent au N. par des escarpements, et sur une distance de 12 kilomètres, ils forment une surface abrupte, presque non interrompue de Kef-el-Medjebaur aux hauteurs qui dominent Tiaret.

C'est surtout à Tagadempt que ce terrain se montre dans tout son développement; c'est une série de couches de grès siliceux se divisant principalement à la partie supérieure en feuillets, qui deviennent épais en s'enfonçant dans la masse où les bancs ont 1 et plusieurs mètres d'épaisseur; ils sont à grains fins et moyens, tendres, et se désagrégeant facilement pour donner lieu à des couches ou amas de sables; d'autres fois ils sont compactes, durs, et passent, mais rarement, au quarzite. L'on y rencontre aussi quelques couches à gros grains quarzeux. Enfin la masse entière, qui peut atteindre 200 mètres de puissance, contient quelques couches de gompholite ou poudingue, composé de fragments d'un calcaire brunâtre ou grisâtre, compacte, dur, à cassure esquilleuse, propre à donner de bonne chaux hydraulique, variant de 5 à 40 centimètres de diamètre. Ces masses poudingiformes sont souvent disséminées sur les hauteurs; elles s'y désagrègent et couvrent les pentes et les bas-fonds de leurs noyaux arrondis.

Les grès passant aux argiles schisteuses ou schistes argileux, dont il est parlé plus haut, s'y rencontrent, de distance en distance, en feuillets et en bancs assez épais, et finissent par disparaître entièrement. Cette liaison de la masse de grès à la masse schisteuse porte à les considérer toutes deux comme appartenant au terrain jurassique de Mers-el-Kébir.

Considérations générales sur les sources superficielles. — Dans quelques parties de la contrée que nous venons de décrire, les eaux suintent à travers des alluvions ou des marnes calcaires, de la même manière que celles de Ternifind. Ceci a lieu notamment à Mordjane-Nekas et dans le ravin de Kef-el-Medjebaur au-dessous de la nouvelle route. Je suis convaincu qu'une surface de suintement suffisante produirait dans le premier cas un ruisseau analogue à celui de Ternifind. Quant à l'abreuvoir que nous avons commencé à Kef-el-Medjebaur, je crois toujours qu'il est bon de le continuer au-dessous des alluvions du ravin, et de lui donner plus d'étendue, si, comme je le pense, l'on rencontre de nouvelles eaux à peu de profondeur. Mais, le plus souvent, les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sources abondantes que l'on remarque dans ce terrain sont dues à la facilité avec laquelle les eaux coulent entre leurs strates : aussi, lorsque la disposition des couches est favorable, est-on certain de trouver de l'eau dans les ravins, ou sur les pentes où ces couches sont fracturées. Voici quelques uns des cas nombreux qui se présentent (pl. IV, fig. 3).

La surface est arrosée, l'eau s'infiltre dans les strates des roches de grès, et coule à leur surface inclinée jusqu'à la rencontre des alluvions a, a, a, qui peuvent elles-mêmes être de nature à se saturer d'eau. Il en résulte les flaques s, s', s'', alimentées directement par les infiltrations dans les terrains qui leur correspondent, et peut-être aussi aux dépens l'une de l'autre. Si, la partie inférieure des dernières alluvions a''' étant en contact avec la tranche d'un second système de roches, le dernier réservoir déborde, il y aura écoulement continu dans le bas du ravin. Si, au contraire, les eaux du réservoir s'écoulent rapidement entre lesdites roches, il y aura complète disparition de cette eau dans le sol. Ce phénomène peut avoir lieu dans le ravin de Kef-el-Medjebaur, et sur une plus grande échelle dans celui de Meserghine.

Il existe à Ain-Kréba une source peu abondante, dont les eaux proviennent des alluvions ou détritus qui couvrent les grès, dont la disposition est telle que les infiltrations entre leurs strates peuvent aussi se diriger vers le même point; l'approfondissement du trou de la source amenerait sans doute une augmentation d'eau suffisante; mais si ce travail, en raison de la dureté des roches, devait être trop considérable, un trou de sonde d'une quinzaine de mètres découvrirait, je crois, de l'eau fortement ascendante.

Quand les couches ont une pente dans une direction perpendiculaire à celle du ravin, les infiltrations provenant des roches se rendent dans ce ravin; il en est de même de celles qui ont lieu dans les détritus qui couvrent toute la pente. Mais si les strates laissent assez facilement circuler les eaux arrivées dans le ravin, elles se perdront immédiatement dans le flanc gauche. Le fait est visible lorsque, dans le ravin, la roche est à nu; mais lorsque les détritus la couvrent, il reste à s'assurer de la présence des eaux sur le flanc droit, puis à faire une tranchée longitudinale dans ce ravin, et à établir un barrage en argile sur la plus grande distance possible.

Dans le vallon de Mordjane-Nekas, à 8 kilomètres de Tagadempt, les roches se montrent à nu sur les parties élevées des flancs du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ravin, tandis que le fond est comblé par des alluvions argileuses traversées en certaines directions par des veines sableuses qui se réunissent peut-être dans une couche perméable principale, coupée par le Thalweg, où ces eaux reviennent au jour sous forme de pleurs. Nous avons fait des tranchées pour le recueillement de ces pleurs dans un même réservoir; mais les surfaces de suintement sont encore peu considérables, en ce que la nature argileuse du terrain se prête peu à l'écoulement des eaux qu'il renferme; l'on pourrait décupler la quantité d'eau déjà obtenue en pratiquant de petits trous de sonde dans des directions obliques par rapport au Thalweg; la présence des eaux, étant ainsi reconnue sur des distances de 50 à 60 mètres, l'on ouvrirait, sur ces deux lignes, des tranchées de peu de largeur, où, comme le bois ne manque pas dans cette localité, l'on pourrait encore pratiquer des galeries boisées dans lesquelles suinteraient et s'écouleraient les eaux jusqu'à un réservoir commun. Les eaux de ces ravins peuvent être le résultat d'infiltrations dans une couche perméable occupée par le Thalweg; mais si les alluvions argileuses deviennent également perméables à leur contact avec la surface des roches, il en résulte une espèce de seconde nappe qui est prisonnière au-dessous du ravin existant. C'est une hypothèse qui m'a porté à continuer l'excavation de Kef-el-Medjebaur.

Comparaison de la quantité de pluie tombée sur une surface, avec la quantité d'eau fournie par les sources superficielles.

La belle source d'Oran donne un volume d'eau journalier de 4,500,000 litres (c'est aussi celui d'un de nos puits jaillissants de la Touraine). En une année cela fait 1,642,500 mètres cubes. En supposant que la quantité de pluie qui tombe chaque année sur cette partie du pourtour méditerranéen soit sur 1 mètre carré de $0^{m.\,c.},60$, sur une lieue carrée de 4,000 mètres de côté, ce volume deviendra 9,600,000 mètres cubes : ce qui démontre qu'en faisant à l'évaporation, à l'entretien de la végétation et à l'écoulement des eaux sauvages dans leur bassin naturel une très large part, l'absorption dans le sol sur une lieue carrée serait, à la rigueur, suffisante à la production du volume de la source en question. Pour peu que les terrains se prêtent aux infiltrations, il arrive donc souvent que, sur des points qui sont dominés par des superficies peu considérables, l'on rencontre des sources abondantes, et même des jets au moyen de la sonde.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

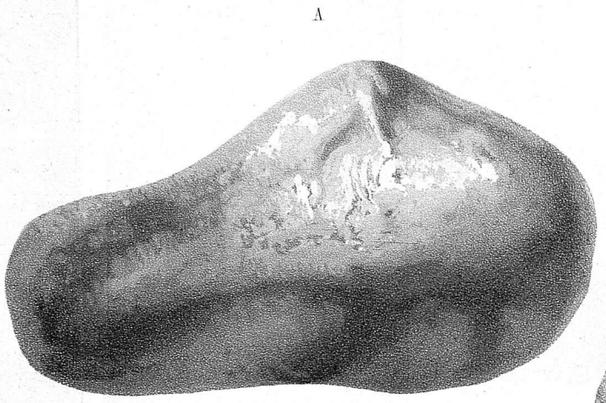
La partie extrême S. du Serçou, ou le commencement du désert, présente une surface de sables, appartenant peut-être à la formation des grès de Menndès. Quoi qu'il en soit, ces sables ont dans certaines parties une grande épaisseur, et y recouvrent une masse moins grande de schistes, sous laquelle les Arabes vont chercher des eaux dont la force ascensionnelle est tellement grande qu'au moment où on les atteint, les fouilleurs doivent remonter sur le sol le plus promptement possible. L'on conçoit que ces eaux doivent être abondantes, puisqu'elles se maintiennent dans une masse de schistes inclinés et à une certaine hauteur dans la masse de sables qui la recouvrent, lesquels terrains sont de véritables filtres.

Supposons donc que l'on aille chercher ces eaux au moyen de la sonde, et qu'on les conduise vers le sol dans un tube hermétiquement ajusté, il est probable qu'elles s'approcheront de sa surface. Ce qui a lieu dans cette partie du Sahara, appelée Wennçay, ne lui est peut-être pas exclusivement particulier, et peut également exister dans la partie du désert que nous parcourons, et peut-être aussi dans le Serçou. Il est donc à désirer que les essais de sondage ne se bornent pas au Thel, et qu'on en fasse plusieurs dans la partie S. du Serçou.

§ II. *Province d'Alger.*

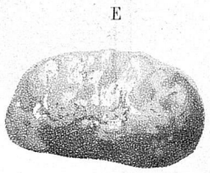
Plaine de la Métidja. — Cette plaine s'étend d'Alger à Blidah, du Boudouaou à Cherchell. A la Maison Carrée et en remontant au-delà de la ferme expérimentale, une couche de terre argileuse recouvre une couche tourbeuse de laquelle il s'échappe, sous la forme de pleurs et gouttelettes, des eaux qui doivent leur mauvaise saveur à leur séjour dans ladite couche au milieu de substances végétales en décomposition. Ces eaux peuvent venir directement de la partie supérieure de la plaine, dont la pente vers la mer est considérable; mais elles peuvent aussi venir du fond, au-dessous de la masse peu puissante des alluvions, et s'élever jusqu'à la masse tourbeuse qui leur livre des issues; dans cette hypothèse, un tuyau de bois interceptant les tourbes et présentant son embouchure à la couche meuble inférieure, que je crois, dans ce cas, être la véritable couche aquifère, conduirait des eaux potables au-dessus ou à la surface du sol. Le sondage que l'on a fait à Bouffarik a traversé 80 mètres, 1° de dépôt détritique; 2° d'argiles que l'on croit être celles du lias. Si l'on avait achevé le percement de cette couche, l'on aurait peut-être eu quelque succès, car ces argiles s'inclinent

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

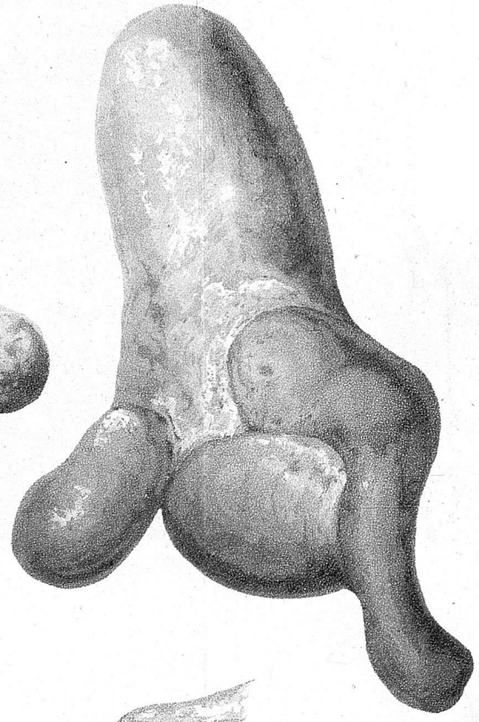

A

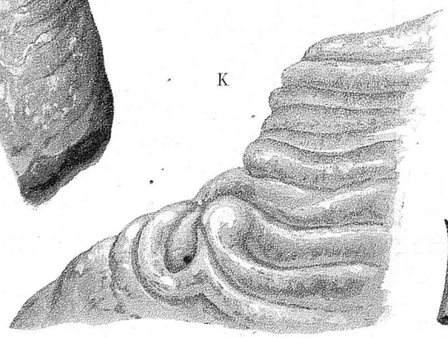
B

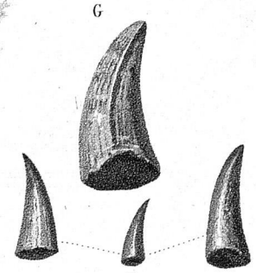
D


E

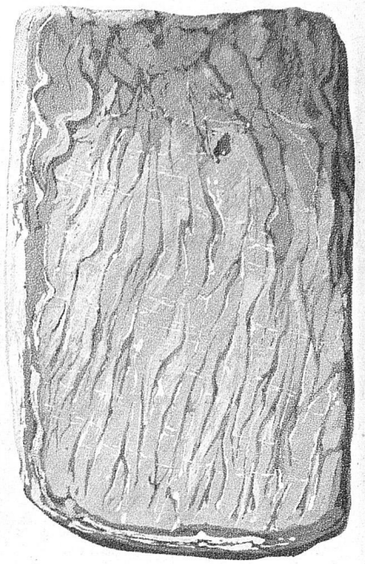
H

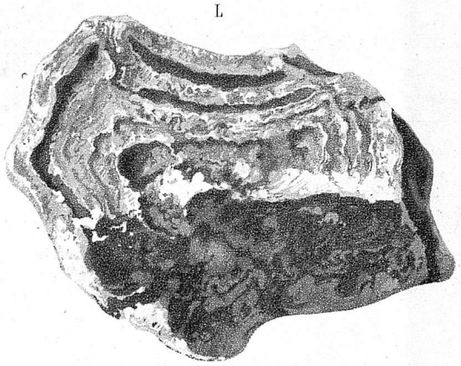

C

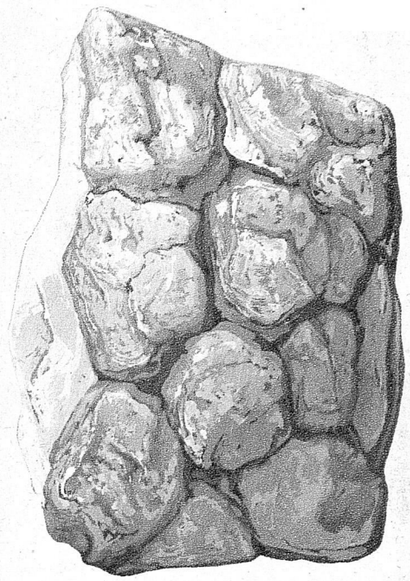

K

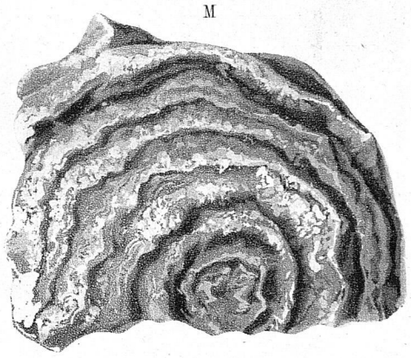

G

F


J


L


I


M

LÉGENDE.

A *Coprolithe de Crocodile (Passy); gr. nat.*
B *id à forme spirée (P.); id.*
C *Coprolithes agglomérés (P.); id.*
D *Coupe transversale d'un de ces coprolithes, gr. nat.*
E *Fèces de jeune Crocodile vivant (Muséum); id.*
F *Dents fossiles de jeune Crocodile (P.); id.*
G *Dent fossile de Crocodile adulte (P.); id.*
H *Coprolithe d'animal inconnu (P.); gr. nat.*
I *Exemple de surface réticulée des grès de Fontainebleau; 1/2 gr. nat.*
J *id. lisse et striée (F.); 1/5 gr. nat.*
K *id. mamelonnée des grès d'Orsay; 1/20 gr. nat.*
L *Ciment des vieilles murailles converti en orbicule (Meudon).*
M *Grès calcarifère de Fontainebleau offrant la même modif.on*

Dessiné par E. Robert. *Gravé par Hime.*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sur l'Atlas à une grande hauteur ; la gorge de l'Oued-Sidi-el-Kébir qui les traverse fournit toujours beaucoup d'eau.

Je pense donc faire de petits trous tubés en bois dans la plaine de la Métidja, si du moins les parties qui ont besoin d'eau sont analogues à celle que j'ai observée, et ensuite je proposerai un sondage à Bouffarik.

M. E. Robert lit le Mémoire suivant :

Recherches paléontologiques, métallurgiques et géologiques, concernant plusieurs localités du bassin tertiaire de Paris, par le docteur Eugène Robert (1).

§ I.

PALÉONTOLOGIE.

Dents et coprolithes de Sauriens, ossements de Lophiodon, de Crocodile et de Tortue, accompagnés de graines de Chara, dans la partie supérieure du calcaire grossier marin de Passy ; nouvelles considérations étiologiques relativement aux gisements ossifères de cette localité et de Nanterre.

Il y a une douzaine d'années au moins que j'ai annoncé à l'Académie des sciences la découverte d'ossements fossiles de Lophiodon, de Paléothérium, d'Anoplothérium, de Crocodile et de Tortue d'eau douce, avec des moules de stypes de monocotylédones arborescentes au milieu du calcaire marin grossier de Nanterre et de Passy (2). A peu près à la même époque, j'ai publié sur ce sujet un Mémoire avec planche, dans les *Annales d'observation* (3). Plus tard, j'ai communiqué à la Société géologique une note sur des coprolithes qui accompagnaient les ossements de Crocodile dans le gisement de Passy (4). Ayant revu, en 1841, les carrières de cette dernière localité, j'y ai observé un nouveau gisement ossifère, et notamment des fossiles échappés à mes premières recherches, et qui ne méritent pas moins d'être signalés aux géologues.

(1) Le *Bulletin* ne contient pas ordinairement de planches de fossiles. Celle qui accompagne ce Mémoire est due tout entière à la générosité de M. Eug. Robert. *(Note du Secrétaire.)*

(2) Séances des 16 et 30 novembre 1829.

(3) Tome II, page 393.

(4) Tome III, page 72 de son *Bulletin*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Je profiterai aussi de cette occasion pour me livrer à quelques nouvelles considérations sur l'origine de ces mélanges de productions terrestres, marines et d'eau douce.

D'après les diverses communications que je viens de rappeler, j'ai déjà fait connaître entre autres choses : 1° que la partie moyenne du calcaire grossier de Passy, un peu au-dessus de la couche à *Cerithium giganteum*, renferme des empreintes de tiges très reconnaissables d'une liliacée que j'ai cru pouvoir rapporter à un genre très voisin de l'Yucca, si même ce n'est pas cette propre monocotylédone; 2° qu'il y a au-dessus de la grande masse de calcaire marin un puissant dépôt d'argile sablonneuse, feuilletée, noirâtre, renfermant une quantité prodigieuse d'une espèce de Modiole nacrée parfaitement conservée, et surtout des dents de Sauriens; 3° enfin qu'il règne ordinairement par-dessus cette couche, caractérisée aussi par de nombreuses empreintes de feuilles, un lit d'argile verdâtre, sans délit, renfermant des ossements de Lophiodon et de Tortue. Malgré la nature argilo-sablonneuse de ces couches supérieures, et après les avoir confrontées avec celles de Nanterre, qui offrent bien aussi des traces d'argile et de sable, je crus pouvoir considérer ces deux gisements, en ayant égard seulement aux fossiles, comme étant contemporains et formés dans des circonstances géologiques à peu près analogues.

Dans une carrière nouvellement ouverte sur le plateau de Passy, j'ai eu la satisfaction de retrouver les argiles verdâtres et noirâtres dont je viens de parler; ces dernières, fortement chargées d'une matière végétale, dégagent, lorsqu'on les chauffe, une odeur légèrement bitumineuse. Elles renferment toujours une foule de dents de Sauriens : les unes, plus ou moins petites, creuses à la base, arquées, aiguës et tranchantes sur les bords (pl. V, *fig.* F), sont tellement abondantes que je ne puis me défendre de les considérer comme des dents de jeunes Crocodiles tombées là où elles gisent; les autres, au contraire, et les plus grosses, moins arquées et striées longitudinalement (pl. V, *fig.* G), très rares comparativement aux premières, offrent tous les caractères propres à l'âge adulte des mêmes reptiles. Par suite de leur séjour dans une terre chargée de matières charbonneuses, toutes ces dents sont généralement noirâtres, tandis qu'elles ont conservé presque leur couleur naturelle quand elles se trouvent au milieu du calcaire.

C'est dans ces mêmes couches, si riches en dents de Sauriens, que se montrent aussi très fréquemment des coprolithes, qui me paraissent bien avoir appartenu, ainsi que je l'ai déjà avancé, à des Crocodiles. Ils se présentent isolément et quelquefois par groupes

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ou agglutinés entre eux (pl. V, *fig.* C), comme, en effet, cela devait avoir lieu pour ces derniers, en supposant qu'ils eussent été déposés sur place, circonstance de la plus grande importance à constater sous le rapport de leur origine, et sur laquelle je reviendrai plus loin.

Caractères physiques. — Corps de forme allongée, à surface tuberculeuse, quoique lisse, offrant des étranglements et quelquefois contournés en spirale (pl. V. *fig* B), comme dans les moules de coprolithes d'Ichthyosaures, décrits et figurés par M. Buckland, que possède le Muséum d'histoire naturelle (1). Plus ou moins gros, on en voit atteindre le volume du poing (pl. V, *fig.* A); brunâtres extérieurement; leur substance, d'une pâte fine, parfaitement homogène (pl. V, *fig.* D), prend une teinte jaune-blanchâtre ou café au lait; très légers après la dessiccation, ils sont malheureusement d'une fragilité extrême.

Caractères chimiques. — Solubles dans l'acide nitrique; la liqueur qui en résulte étant concentrée, de rougeâtre qu'elle était, prend une teinte violette (acide purpurique?); amenée jusqu'à la dessiccation, elle fournit une poudre qui fuse sur les charbons ardents comme le nitrate d'ammoniaque, et laisse pour résidu une substance blanche, calcaire et pulvérulente.

Je suis donc porté à regarder ces coprolithes comme étant composés presque entièrement d'urate de chaux (2); on pourrait bien les considérer comme des bézoards ou des calculs stercoraux de Crocodile; mais je ferai remarquer qu'ils ont, autant par leur composition que par leurs forme et structure, la ressemblance la plus frappante avec les fèces actuels des Crocodiles (pl. V, *fig.* E); à moins que par des considérations d'anatomie comparée dans lesquelles je ne puis entrer ici, on ne veuille considérer les uns et les autres comme étant plutôt des urolithes appartenant aux mêmes animaux (3). Je ne suis pas d'ailleurs le premier qui ai pensé à rapporter ces singuliers corps à des reptiles: car, en 1823, M. Desnoyers (4) les avait reconnus à la partie supérieure du cal-

(1) J'ai retrouvé exactement cette disposition en spirale dans les fèces d'un lézard vert (*Lacerta viridis*) de Fontainebleau, que j'élevais chez moi.

(2) D'autres personnes y ont reconnu du phosphate de chaux.

(3) On prétend avoir découvert tout récemment, dans l'intérieur de ces corps, des os, des dents et des écailles de Cyprins (*voir* la chronique du journal *l'Institut*, n° 526), ce qui ne serait guère, si le fait est bien vrai, favorable à la dernière hypothèse.

(4) *Journal d'Édimbourg*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

caire grossier de Vanvres, dans une couche à lignites, contemporaine de celle de Passy, et M. Buckland (1) avait donné le nom de *Crocodilocoprus* à un fossile de l'argile plastique d'Auteuil, corps cylindroïde indiqué par M. Becquerel comme étant de la chaux phosphatée.

D'autres coprolithes d'une nature différente, et qui pourraient bien avoir appartenu à des animaux autres que des reptiles, sont allongés, de la forme d'une portion d'intestin, et comme tordus sur eux-mêmes (pl. V, *fig.* H).

Au-dessus des argiles vertes et de deux couches de calcaire connues sous les noms de *banc vert* et de *banc de roche* existent, dans la partie inférieure d'un puissant dépôt de calcaire marneux blanchâtre appartenant aux *caillasses*, de nombreux et petits fragments d'os qui me paraissent appartenir la plupart à des Lophiodons, à des Crocodiles et à des Tortues; on y remarque aussi, comme dans les argiles vertes, une grande quantité de dents de Sauriens. L'état fragmentaire dans lequel se trouvent tous ces os sans exception, et la structure conglomérée ou pétrie de la roche, si je puis me servir de cette dernière expression, semblerait indiquer qu'ils ont été brisés et même rongés sur place par des animaux carnassiers, à en juger par les traces violentes que portent plusieurs d'entre eux, et qui rappellent un peu les ossements de certaines cavernes; mais j'aime mieux ne voir dans cette réunion de circonstances qu'une brèche osseuse déterminée par des causes ordinaires.

Ce gisement n'est pas moins remarquable par la présence des Gyrogonites. Ces graines fossiles de *Chara*, que j'étais bien loin de m'attendre à trouver au milieu du calcaire grossier marin, sont entièrement spathisées et ne paraissent pas différer de celles des meulières supérieures; leur abondance se manifeste surtout dans le voisinage des ossements, où l'on remarque aussi des empreintes et des moules de *Cerithium lapidum* (2).

Ignorant complétement, à l'époque où j'ai fait connaître pour la première fois les fossiles de Nanterre et de Passy, la manière

(1) *Bulletin de la Société géologique*, tome I, page 227.

(2) Pour compléter la liste des fossiles qui ont été observés dans cette localité, depuis douze ou treize ans que j'ai appelé l'attention sur elle, j'ajouterai, d'après M. Charles d'Orbigny, le *Cyclostoma mumia* (j'avais déjà signalé dans les *Annales des sciences d'observation*, t. II, p. 393, une petite espèce particulière de ce mollusque), des Lymnées, des os d'oiseaux et des dents d'*Anthracotherium*, de carnassiers et de rongeurs.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dont M. Constant Prevost envisageait les phénomènes géologiques qui ont présidé au dépôt des nombreuses formations du terrain parisien, laquelle diffère tant, comme on sait, de celle de MM. Cuvier et Alexandre Brongniart, j'ai dans le temps émis l'idée que ces fossiles avaient dû être déposés à l'embouchure de quelque grand fleuve; j'espérais par là expliquer d'une manière rationnelle le mélange plus ou moins intime des productions terrestres, marines et d'eau douce que l'on rencontre dans ces deux localités. Je crois devoir aujourd'hui apporter quelques modifications à l'explication que j'avais avancée.

Certainement je partage bien l'opinion du célèbre professeur que je viens de citer, suivant laquelle le bassin de Paris n'aurait été dans l'origine qu'une vaste embouchure (1) comblée par le développement d'un delta composé des éléments du terrain tertiaire; mais bien avant les phénomènes géologiques qui auraient replongé ce delta ou terrain tertiaire sous les eaux, de manière à en augmenter considérablement la puissance attestée par les derniers dépôts marins situés au-dessus des collines gypseuses, et qui l'auraient ensuite émergé d'une manière définitive, je serais assez porté à reconnaître qu'il y aurait eu près de nous, aussi bien que dans le voisinage de l'embouchure des grands fleuves des contrées chaudes de la terre, des îlots marécageux séparés par des canaux très étroits et fortement ombragés; que là les animaux amphibies de l'ancien monde, dont nous retrouvons tant de débris à Nanterre et à Passy, y vivaient tranquillement à l'instar de ceux dont les collines gypseuses recèlent des squelettes entiers, et qui, suivant l'illustre créateur de la paléontologie, habitaient le bord de certains lacs. La grande accumulation d'ossements fossiles de Lophiodon, d'Anoplothérium, de Crocodile, de Tortue, etc., que j'ai déjà recueillis dans les deux localités précitées, les coprolithes dont la parfaite conservation et surtout l'agglutination de plusieurs d'entre eux (pl. V, *fig.* C) ne permettent guère de supposer qu'ils aient jamais été roulés; puis les ossements brisés sur place, les dents éparses, le mélange de coquilles marines et d'eau douce, les graines de *Chara*, et de nombreuses empreintes de feuilles elliptiques que l'on serait tenté de rapporter pour leur forme à des végétaux tels que les Palétuviers; en un mot, l'association de tous ces objets,

(1) L'embouchure du fleuve des Amazones, à laquelle je suis bien loin de vouloir faire allusion, n'a pas moins de 40 myriamètres de large: or, le plus grand diamètre du bassin de Paris, de l'E. à l'O., n'a pas plus de 22 à 23 myriamètres d'étendue.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et les circonstances dans lesquelles ils se trouvent, me porteraient, dis-je, à admettre en dernière analyse que les plaines de Nanterre et de Passy, du moins celle de cette dernière localité, n'ont pas été précisément recouvertes, à l'époque dont je veux parler, par des eaux alternativement salées et douces, mais qu'il y avait eu là quelque chose d'analogue aux marigots du Sénégal, à l'île de Sor, par exemple, située devant la ville de Saint Louis (1).

Cependant, si l'on parvient à démontrer qu'un grand fleuve n'a jamais eu son embouchure dans les lieux où nous nous plaisons à en voir des traces, et encore moins que la configuration orographique des collines entre lesquelles serpente aujourd'hui la Seine, depuis Montereau jusqu'au-delà de Rouen, et qui conviendrait si bien à la représentation que nous nous faisons d'un ancien lit de rivière aussi large que peu profond, est purement fortuite, j'essaierai de donner une tout autre explication des gisements de Nanterre et de Passy, en invoquant encore ce qui se passe de nos jours dans le fond des golfes de la mer Baltique. La ligne tortueuse tracée par les vallées que parcourt la Seine et les collines dont elle baigne le pied, ressemble assez bien à certains de ces golfes désignés dans le nord de l'Europe sous le nom de *fiords*, qui souvent n'ont pas moins de 17 à 18 myriamètres de longueur, et offrent des étranglements où les vaisseaux peuvent à peine passer. L'action des marées et même des plus fortes tempêtes s'y fait à peine sentir; la tranquillité de leurs eaux les ferait prendre pour

(1) « En étudiant la composition des coprolithes d'Ichthyosaures, le célèbre professeur d'Oxford M. Buckland) a fait connaître des animaux qui auraient peut-être échappé à la science; mais ses recherches persévérantes ont surtout prouvé, de la manière la plus incontestable, que les terrains de sédiment se sont déposés dans des eaux tranquilles, *car la moindre agitation aurait dispersé ces déjections intestinales sans consistance et formées de débris légèrement agglutinés.*

» La présence de coprolithes dans les couches marneuses du calcaire grossier de Nanterre et de Passy *conduit à la même conclusion.* L'observation de M. E. Robert ajoute donc un fait intéressant à l'histoire des terrains tertiaires du bassin de Paris, et dont il faut tenir compte dans les théories dont on se sert pour expliquer leur formation.

» Le mélange de fossiles marins et de fossiles d'eau douce nous apprend bien que ces terrains ont dû, comme M. C. Prevost l'a indiqué, se déposer à l'embouchure d'un vaste delta; mais, soumis aux lois générales qui ont présidé aux couches de sédiment, le calcaire grossier s'est formé dans une période tranquille. » *Rapport de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, fait à l'Académie des sciences, le 29 mai 1843.*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de véritables lacs dont la salure devient si faible qu'il n'est pas rare, et c'est sur quoi je désire appeler l'attention, de voir associés des coquilles marines (*Tellina baltica*) à des Lymnées, et des Fucus à des Potamogeton, ainsi qu'à des Chara. On conçoit donc que si des ossements de mammifères viennent à tomber dans ces eaux ou à y être entraînés par une cause quelconque, on pourra trouver un jour dans le dépôt qui se forme au fond des golfes de la Baltique, qui tendent, comme on sait, à se dessécher, un gisement de fossiles analogue à ceux de Nanterre et de Passy.

Admettons encore que le bassin tertiaire de Paris occupe, d'après la carte géognostique aussi belle que rigoureuse de ce même bassin, par M. V. Raulin, une étendue beaucoup plus grande que celle comportée par aucun des fiords de la Scandinavie, nous le comparerons alors, non pas à ce qui pourrait résulter de l'épanchement d'une mer intérieure, telle que la Baltique, mais bien à l'un de ses grands golfes, tel que celui de Bothnie; de cette manière on pourra expliquer, je crois, la structure et la composition si variées de la partie moyenne et supérieure du terrain tertiaire de Paris; et alors des dépôts de fossiles marins, fluviatiles et terrestres plus ou moins mélangés, considérés comme littoraux, n'auront rien d'invraisemblable.

§ II.

MINÉRALOGIE ET MÉTALLURGIE.

Minerai de fer hydroxidé, notamment pisolithique, et gisement remarquable de manganèse hydraté, observés à Meudon et dans quelques autres localités.

Suivant les illustres auteurs de la *Description géologique des environs de Paris*, et tel que nous croyons le connaître parfaitement aujourd'hui, le coteau que domine la forêt de Meudon est composé, en allant de bas en haut, de craie, de calcaire pisolithique, d'une brèche à fragments de craie et à pâte d'argile, d'argile plastique, de calcaire grossier, de sable de Beauchamp, de couches minces de calcaire siliceux, de gypse, d'argiles verdâtres à petites Huîtres, de sable, d'argile à meulières d'eau douce, enfin de sol de transport et de terre végétale.

C'est dans les étages supérieurs de toutes ces formations, principalement dans les argiles à meulières, que j'ai observé et étudié

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

avec le plus de soin possible deux espèces de minerais, l'un de fer et l'autre de manganèse, dont les caractères et même l'abondance me paraissent devoir offrir autant d'intérêt minéralogiquement que géologiquement.

Minerai de fer. — J'en parlerai d'abord comme étant le plus commun et celui dont l'étude me semble avoir été le plus négligée jusqu'à présent dans le bassin tertiaire de Paris (1). Je vais surtout m'occuper du fer qui s'y trouve à l'état de pisolithe.

Ce minerai forme généralement des nids ou amas plus ou moins allongés au milieu de l'argile et dans les interstices que laissent les meulières entre elles; il se présente, suivant les localités, en grains isolés, depuis le volume d'un gros grain de plomb ou de chènevis jusqu'à celui de nodules pugilaires, composés eux-mêmes de grains semblables, fortement agglutinés par un ciment argilo-ferrugineux et dont l'ensemble prend alors la contexture tuberculaire; ils ont, du reste, l'un et l'autre, aussi bien dans les formes qu'ils affectent que par leur manière d'être, la plus grande analogie avec les limonites du Nivernais et du Berry, et mériteraient certainement d'attirer l'attention si le métal qui en provient était moins commun dans la nature et le combustible plus abondant autour de nous.

Le fer pisolithique hydroxidé de Meudon ne le cède à aucun autre de ce genre en richesse métallique; il donne, étant bien

(1) M. le marquis de Roys a bien signalé, en 1837, du fer hydraté, en rognons ou en globules, abondamment répandu à la surface du sol dans les environs de Nemours (*Bulletin de la Société géologique de France*, tome VIII, p. 165); mais indépendamment de ce qu'il règne de l'incertitude relativement à son gisement véritable, à savoir, s'il appartient à une assise de marne jaunâtre, que M. de Roys regarde comme le prolongement des marnes vertes et jaunâtres de Montmartre, ou bien à celle des grès de Fontainebleau qui la recouvre; ce minerai, dis-je, d'après l'examen qu'en a fait M. Dufrénoy, ne possède pas, comme celui de Meudon, par sa teneur et par sa qualité, des caractères d'identité avec celui du Berry. (*Rapport de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, séance de l'Académie des Sciences du 29 mai 1843.*)

M. Thomas avait aussi signalé, depuis plusieurs années, du minerai de fer en grains dans les forêts de l'île Adam et de Carnelle (depuis longtemps aussi je l'avais reconnu dans la forêt de Montmorency, et l'on sait qu'il existe aussi dans celles de Marly et autres localités), mais il n'est nullement question du véritable gisement de ce fer, que je crois avoir été le premier à faire connaître, à analyser et à comparer aux fers du Nivernais et du Berry.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lavé, 32 pour cent d'une fonte très belle (1), et 29 pour cent de gangue insoluble dans l'acide hydrochlorique.

Ce fer limoneux est très abondant sur quelques points de la forêt domaniale, notamment sur les bruyères de Sèvres, dans une sablonnière près de la porte Dauphine; à Vilbon, au-dessus de la sablonnière ouverte à côté de l'étang de ce nom; près de la porte de Châtillon; enfin dans l'ancien parc de Bellevue. Je l'ai d'ailleurs observé partout où l'on a fouillé les argiles supérieures.

Les nodules intermédiaires entre la plus petite et la plus grande dimension que je viens d'établir, sont généralement poreux à l'intérieur et à l'état de peroxide rouge à peine hydraté, comme s'ils avaient été fortement chauffés, tandis que la croûte extérieure, d'un brun jaunâtre, luisante, est entièrement hydratée. Les gros tubercules de ce minerai offrent aussi cela de remarquable, qu'ils sont souvent encroûtés de silex meulière, encroûtement qui a dû avoir lieu postérieurement à leur formation (2).

Le fer pisolithique se présente également au milieu du terrain de transport dont on commence à apercevoir les traces à Meudon, à la hauteur du chemin de fer, à 100 mètres au-dessus du niveau de la mer, ou seulement à 70 mètres au-dessus de celui de la Seine. Dans la tranchée même de ce chemin, près de Bellevue, précisément où a eu lieu l'épouvantable catastrophe du 8 mai 1842, on voit ce minerai associé à des orbicules siliceux hydratés, ou à de véritables calcédoines que j'ai déjà fait connaître à la Société géologique (3). Ces deux concrétions, pour le rappeler en passant, ont peut-être été formées dans les mêmes circonstances, c'est-à-dire au milieu de la terre argileuse rougeâtre interposée entre les cailloux roulés et postérieurement au dépôt du diluvium.

Indépendamment du fer pisolithique dont je viens de signaler l'existence, on voit encore dans les mêmes localités à meulières et tout près de la surface du sol, une brèche assez remarquable; elle est composée, 1° de grains de fer que l'on trouve fréquem-

(1) On exploite, dans des contrées où le bois n'est pas rare, du minerai de ce genre qui ne donne que 27 pour cent de fonte.

(2) Cette meulière à l'état rudimentaire se retrouve du reste disséminée au milieu des mêmes argiles; et je ferai aussi remarquer que l'on obtient, par le lavage de cette terre, un sable rougeâtre très grossier, sans doute contemporain de son dépôt, et qui n'a pas le moindre rapport avec celui que cette formation d'eau douce recouvre.

(3) Tome XI, page 350.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ment à l'état libre dans les fossés et le long des chemins de la forêt, où ils sont devenus le jouet des eaux, 2° et de fragments de meulière, arrachés les uns et les autres de leur gîte primitif. Ces éléments ont été réunis ensuite par de l'hydrate de fer, de manière à constituer une roche très résistante, employée aussi dans les constructions voisines (1).

Enfin, pour ne rien omettre des particularités intéressantes offertes par le fer dans la commune de Meudon, je ne dois pas oublier de mentionner que j'ai retrouvé tout-à-fait dans la partie supérieure des sables, colorée en rouge lie de vin et recouverte par les meulières, d'assez gros nodules de fer pisolithique, rares il est vrai, et offrant cela de remarquable que l'argile unie au fer ou lui servant de pâte, comme dans les cas précédents, est ici remplacée par du sable. J'ai aussi recueilli dans une autre partie de la même forêt des rognons de véritable fer hématite mamelonné et à fibres divergentes. Mais je ne m'étendrai pas davantage sur les traces de fer que l'on y rencontre et qui colorent si fortement, comme on sait, les argiles et sables supérieurs ou protéiques de M. Alexandre Brongniart, attendu qu'elles sont décrites depuis longtemps dans l'ouvrage classique de ce célèbre minéralogiste sur la géologie des environs de Paris.

Gisement de manganèse. — Il n'y a pas encore bien longtemps que la présence de ce métal a été reconnue dans les environs de Paris, où il se présente fréquemment, tantôt en petits rognons lenticulaires au milieu du gypse et de ses argiles, tantôt en dendrites superficielles à la surface des feuillets de ces dernières. En 1836, MM. de Luynes et Malagutti ont signalé le manganèse associé au cobalt dans la partie supérieure des grès d'Orsay; on l'a retrouvé depuis à Dampierre, près de Versailles et à Montereau (2); enfin M. Constant Prevost a communiqué, en 1841, à la Société philomatique, des observations sur le premier de ces gisements.

Aujourd'hui je puis indiquer le même minerai dans un terrain plus élevé que toutes les couches qui l'ont offert jusqu'à présent, et là il est d'une abondance telle qu'il mériterait presque d'être mis à profit. Je m'empresse d'abord de dire que je dois la connais-

(1) *Bulletin de la Société géologique*, tome XII, page 374.

(2) « On trouve à Train, dit M. de Roys, dans la partie inférieure des sables qui constituent la montagne de ce nom, près de Moret, des agglomérations ferrifères dont la poussière est noire. M. d'Orbigny m'a dit y avoir reconnu du manganèse et du cobalt comme dans les grès d'Orsay. » (*Bulletin de la Société géologique*, tome IX, page 38.)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sance de ce gisement remarquable à M. Chambellant, garde général de la forêt de Meudon.

On l'a découvert tout récemment près de la porte de Châtillon en faisant des fouilles pour extraire de la meulière destinée aux fortifications de Paris ; à 3 mètres environ de profondeur, il forme des veines assez puissantes, de 0m,054 à 0m,081 d'épaisseur, situées horizontalement, mais dont l'ensemble peut être considéré comme un véritable nid, forme sous laquelle se présente habituellement, ainsi qu'on le sait, les minerais de manganèse dans les terrains de sédiment ; il gît au milieu d'une argile tricolore (jaune, rouge et blanche) qui enveloppe des meulières, aussi remarquables par leur blancheur que par leur structure caverneuse, due en grande partie à des corps organisés silicifiés (probablement des végétaux). Ces meulières recouvrent des sables très puissants, et tout ce système repose sur la grande formation gypseuse. Ayant étudié ce minerai avec une attention toute particulière, je lui ai trouvé les caractères physiques suivants :

Contexture sub-granulaire, d'un noir mat avec reflets bleuâtres, donnant par l'écrasement une poussière semblable à du noir animal (celle des grains parfaits est cependant d'un gris d'acier) ; très tachant, assez léger, happant fortement à la langue, très hydraté, si ce n'est les grains où le manganèse est sans doute à un degré différent d'oxidation que celui du minerai à l'état terreux ; après le grillage, le barreau aimanté l'enlève presque entièrement ; d'une extrême fusibilité au chalumeau en un globule noir, vitreux, très difficile à écraser et dont la poussière est brune.

Analysé par M. Émile de Chancourtois, élève ingénieur de l'Ecole des mines, il a donné pour résultat :

Oxide rouge de manganèse.	0,41	
Peroxide de fer.	0,10	
Résidu argileux.	0,29	1,00
Alumine et chaux.	0,03	
Perte par calcination.	0,17	

D'après tous les caractères que cette substance a offerts, j'ai donc été porté à la regarder comme un mélange de divers hydrates de manganèse en proportions indéfinies, ne devant la propriété de happer fortement à la langue et de fondre si facilement au chalumeau qu'à la présence de l'argile calcarifère agissant comme fondant, et celle d'être attirable au barreau aimanté, qu'aux molécules de fer réduites à l'état de deutoxide et entraî-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nant avec elles toutes celles de manganèse ; il nous a été impossible d'y constater la présence du cobalt reconnue dans le manganèse d'Orsay.

Dans le voisinage de ce gisement et au-dessus des meulières, on a aussi recueilli un galet de silex pénétré de manganèse, dont les belles nuances veinées le font ressembler de la manière la plus frappante au jaspe jaunâtre renfermant la même substance, lequel provient de Nontron, dans la Dordogne.

Quant à l'époque géologique à assigner à ces deux minerais de fer et de manganèse, on ne peut que les rapporter aux argiles à meulières supérieures, bien que, suivant nous, les métaux hydroxidés y aient été charriés, postérieurement à leur dépôt et à l'état de dissolution, par une cause (le diluvium) qui aurait agi sur toute la surface du pays, malgré la grande hauteur des points sur lesquels ils gisent (1). Je ne serais même pas éloigné de croire que le fer dont l'oxide colore si vivement la partie supérieure de nos sablonnières ou grès, et même le manganèse cobaltifère qui s'y trouve accidentellement, ainsi que je l'ai déjà avancé dans une note lue, en juin 1841, à la Société géologique, sur le même sujet (2), afin de prendre date pour des recherches ultérieures qui font l'objet de ce paragraphe, proviussent, dis-je, de la même source, après avoir, bien entendu, traversé, à l'état de dissolution et en vertu de leur pesanteur spécifique, les argiles situées au-dessus, et qui leur doivent aussi leurs nuances marbrées. C'est dans ce passage qu'ils auraient formé les dépôts que je viens de signaler, et sur lesquels j'ai désiré particulièrement attirer l'attention des géologues et des métallurgistes.

Depuis la communication à la Société géologique des observations qui précèdent, concernant le manganèse de Meudon, j'ai eu occasion d'en faire de nouvelles sur le gisement de ce minerai ; observations qui non seulement me fortifient de plus en plus dans l'opinion que j'ai émise relativement à son origine, mais encore tendent à me faire croire que ce métal est plus abondant qu'on ne le pense dans les couches les plus superficielles du globe ; voici les deux principales :

1° Dans une sablonnière de l'hôpital militaire de la rue de Charonne, où j'étais descendu pour recueillir des ossements fossiles de Cheval et d'Aurochs, j'ai remarqué à la profondeur de 5m,848,

(1) Le plateau des bruyères de Sèvres est à 150 mètres au-dessus du niveau de la mer, et celui de la plaine de Châtillon à 172 mètres.

(2) Tome XII de son *Bulletin*, page 573.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

là où ils gisaient, une couche horizontale de gros gravier fortement imprégné çà et là d'une substance noirâtre que j'avais prise jusqu'alors, dans d'autres sablonnières de la même époque, pour un limon chargé de carbone; mais, encore tout préoccupé de mes recherches sur les minerais de nos environs, et ayant examiné de plus près cette espèce d'incrustation, je n'ai pas tardé à reconnaître que c'était du manganèse assez pur ou un mélange d'acerdèse et de braunite. Ce sont donc de petites couches ou des nids allongés de manganèse (1), ayant la plus grande analogie par leur manière d'être avec les nids des argiles à meulières supérieures, disséminés dans un ancien dépôt fluviatile, et incrustant souvent des coquilles tertiaires qui s'y trouvent pêle-mêle avec des radiaires de la craie et des fragments de granite rose; mais on voit très distinctement au-dessus le véritable terrain de transport ou diluvium, caractérisé là, comme partout ailleurs, par des cailloux roulés, mélangés confusément au milieu d'une pâte argilo-sablonneuse fortement colorée en rouge par le fer, et qui pénètrent plus ou moins avant dans des couches de sable grisâtre très léger et délicatement stratifié.

2° En étudiant, l'été dernier, le terrain de transport, connu généralement sous le nom de diluvium, qui recouvre la craie tout le long des côtes de la Haute-Normandie, notamment entre Dieppe et Étretat, où j'ai dirigé mes recherches, j'ai fait l'observation suivante :

Disons d'abord que ce terrain possède une assez grande puissance, et comble surtout des puits naturels qui traversent quelquefois et presque entièrement (ils ont de 30 à 50 mètres de profondeur) la masse des falaises, ainsi qu'on peut en voir des exemples frappants à Étretat; ce qui, pour le dire en passant, avec l'inégalité de structure de la roche, paraît avoir été une des principales causes des nombreux accidents de terrain auxquels cette localité emprunte un cachet si pittoresque.

La plupart des silex de la craie, qui font partie de ce terrain de transport, sont à peine roulés, comme s'ils avaient été dépouillés sur place de la craie qui les encroûtait, pour être ensuite et définitivement empâtés par de l'argile rougeâtre; ils ont une croûte d'un

(1) J'ai déjà cité un gîte tout-à-fait semblable dans la plaine de Grenelle, près de Vaugirard : là, conjointement avec du calcaire spathique, il incruste la partie inférieure des cailloux et remplit à l'état pulvérulent les intervalles qu'ils laissent entre eux. (*Bulletin de la Société géologique*, tome XIV, page 299.)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

noir bleuâtre et comme lustrée. Soumise à l'analyse, cette croûte m'a fourni, aussi bien que dans le minerai de Meudon, de l'hydroxide de manganèse. Ne serait-il pas également très curieux de rechercher, soit dit en passant, si les couleurs vives et variées qu'affectent intérieurement un grand nombre de ces silex qui représentent des radiaires dont les congénères sont désignés sur nos côtes sous le nom vulgaire, mais bien caractéristique, d'*Anémones de mer*, ne seraient pas dues à une très faible proportion du même oxide métallique?

L'abondance des silex teints en noir par le manganèse est telle, dans la Haute-Normandie, qu'il faudra bien admettre un jour, en y joignant les nombreux exemples de cette coloration déjà fournis par le bassin tertiaire de Paris, que ce métal a joué un très grand rôle à la surface de notre planète (1); lorsqu'on aura cessé de le confondre aussi souvent avec le fer, peut-être lui verra-t-on, dans nos descriptions futures, disputer le pas pour la coloration des grès et argiles supérieurs et d'une grande partie du terrain de transport ou diluvium.

§ III.

GÉOLOGIE.

Rapprochement entre les grès isolés de Fontainebleau et les glaces polaires, suivi de remarques sur les grès mamelonnés d'Orsay.

Quand on examine avec soin les formes bizarres des grès de Fontainebleau, et que l'on cherche à les comparer à quelque chose de semblable dans la nature, il est difficile à celui qui a eu occasion de voir des glaces flottant au sein des mers du Nord de ne pas trouver entre elles une singulière ressemblance. Quoique la nature de ces masses soit aussi différente l'une de l'autre que les milieux dans lesquels elles baignent, la mer d'un côté, des sables de l'autre, on ne peut guère s'empêcher de reconnaître qu'elles doivent en grande partie leur forme extérieure à la même cause, l'action prolongée des eaux. Bien que les unes soient aussi solubles que les autres le sont peu, il est à remarquer qu'elles sont presque toutes composées de particules agglutinées de quarz ou

(1) Je l'ai reconnu aussi dans le sol de transport de la Russie, sur les bords du Volga. (*Voyages en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg, etc. — Géologie, minéralogie et métallurgie*, par le docteur Eugène Robert, page 189.)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de neige. J'insiste sur cette structure homogène, à grains plus ou moins fins, attendu qu'elle me paraît avoir joué un grand rôle dans le relief qu'ont pris en dernier lieu les grès et les glaces que ce paragraphe a pour but de soumettre à un rapprochement.

Tout le monde sait que les blocs de grès qui enveloppent confusément les collines sablonneuses de Fontainebleau et rendent sa forêt si pittoresque, résultent, ainsi que l'a démontré depuis longtemps Paul de Lamanon, de la fracture et de l'éboulement des bancs continus de la même roche par suite de l'entraînement des parties meubles situées au-dessous. Dans quelques localités, comme à Franchard, près de l'antre des Druides, il existe de larges crevasses indiquant de la manière la plus nette le mode qu'a employé la nature pour diviser les calottes de grès qui recouvraient ces collines (1).

N'admet-on pas généralement aussi que la plupart des glaces flottantes proviennent de la démolition des glaciers qui, dans les régions du Nord, aboutissent directement à la mer? C'est du moins ce que j'ai été à même d'observer au Spitzberg.

S'il peut y avoir quelque doute relativement à l'origine commune de la plupart de ces masses de grains de quarz et de glace agglutinés, considérées dans leurs formes extérieures, il en restera bien peu dès que l'on voudra comparer entre elles ces formes et même la structure des masses : les grès de Fontainebleau et les glaces des mers du Spitzberg ont, au volume près, absolument le même cachet; on dirait qu'ils sont sortis du même moule; ils affectent les formes les plus bizarres, généralement arrondies, à angles émoussés, avec une surface particulière dont je parlerai plus loin. D'autres fois ils offrent, tantôt des trous dont le fond est concave, et qui ressemblent singulièrement à ces cavités que l'on rencontre dans le granite altéré de Sainte-Marie (îles Sorlingues), où elles sont connues sous le nom de *bassins de roches*, attribués immanquablement aux druides, ou bien à ces *pots de géants* non moins problématiques et si fréquents sur les rivages gneissiques de la Baltique, et tantôt des cavernes profondes, converties souvent en canaux droits, tortueux et fistuleux; enfin ils affectent aussi la disposition du champignon agaric, d'un guéridon, etc., et prennent encore un aspect carié; en un mot, *quelle que soit la forme d'une*

(1) C'est en retirant, au moyen de longs crochets en fer, le sable qui se trouve au-dessous des grès, à Orsay, que l'on détermine, dans cette localité, des dislocations tout-à-fait analogues à celles des grès de Fontainebleau.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

glace baignée par la mer, on est sûr de la retrouver dans les grès isolés qui couronnent les collines sablonneuses de Fontainebleau, et dont la disposition rappelle un peu, pour le dire en passant, les men-hirs de la Bretagne (1).

La surface sur laquelle je me suis proposé plus haut de revenir (pl. V, *fig.* I) a surtout attiré mon attention, étant le relief qu'affectent le plus communément les glaces et grès isolés. Dans l'embarras où je me trouve pour exprimer d'une manière assez juste cette singulière disposition qui m'avait frappé depuis longtemps, je ne puis mieux faire que de la comparer à un grossier guillochis, et, si ce n'était la crainte d'emprunter des termes hors de proportion, à un pavage fortement usé. Quoi qu'il en soit, cette surface réticulée ou ce relief guilloché s'observe en général dans les grès et glaces de peu de ténacité; il semble dépendre d'un arrangement particulier des particules de quarz ou de glace qui tendraient à se grouper et à prendre la contexture amygdalaire tout en acquérant plus de consistance.

Je serais d'autant plus porté à admettre cette modification et cette tendance des grès à se durcir par infiltration de la silice, que la cause de ce phénomène, qu'elle appartienne aux eaux d'un ancien lac ou tout simplement à la pluie, semble s'être bornée, dans quelques cas, à dissoudre la surface plane des fragments de grès qui jouissaient antérieurement d'une grande ténacité, et à les enduire d'une espèce d'émail siliceux; l'une de ces faces, dans les rochers d'Avon, m'a même offert des stries parallèles entre elles (pl. V, *fig.* J), que l'on pourrait attribuer au passage violent de blocs erratiques, si, en les examinant attentivement, on ne découvrait pas qu'elles ont été évidemment déterminées par l'écoulement répété et lent des eaux à l'époque où cette espèce de glaçure s'est faite. Ces stries ressemblent d'ailleurs tout-à-fait à celles que l'on obtiendrait en faisant écouler lentement de l'eau sur une surface argileuse légèrement inclinée.

Quoi qu'il en soit, pour en revenir à cette espèce de guillochis des grès et des glaces, j'ajouterai que cette structure singulière,

(1) Je serais tenté de croire que beaucoup de ces monolithes gigantesques, que des archéologues, tels que M. de Fréminville (*Antiquités de la Bretagne*), s'étonnent d'avoir été transportés par les Celtes, ont été, au contraire, pris sur place, et qu'il a suffi de les redresser pour en faire des men-hirs, des cromlec'hs et des dol-mens; car le sol primordial de la Bretagne offre en effet, sur beaucoup de points de ses côtes, une désagrégation qui a beaucoup d'analogie avec celle des grès de Fontainebleau.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

bien distincte pour les grès de la forme mamelonnée qu'ils affectent naturellement au sein des sables, me paraît être en grande partie le résultat de l'action battante des eaux, lorsque la pluie frappe avec violence les premiers et que la mer déferle sur les secondes. En effet, ce remarquable relief des rochers, que je suis bien loin de prétendre expliquer et auquel les influences de l'électricité pourraient bien ne pas être également étrangères, me semble encore se continuer, à Fontainebleau, là où ils sont le plus exposés aux agents atmosphériques.

A l'appui de ces observations, je citerai de vieilles murailles en pierres meulières (1) cimentées par du sable et de la chaux grasse : du côté **N.-O.**, que les pluies chassées par le vent frappent le plus souvent, ce ciment a subi une curieuse modification ou un nouvel arrangement de molécules qui devient, suivant moi, une cause active de destruction, phénomène sur lequel, je crois, on n'a pas encore porté une grande attention. On retrouve là des concrétions calcaréo-sablonneuses, à couches concentriques (pl. V, *fig.* L), comme dans les orbicules siliceux, s'isolant facilement les unes des autres, lesquelles ont une ressemblance parfaite avec la disposition (pl. V, *fig.* M) qu'affecte le grès même de Fontainebleau dans certaines localités de la forêt, au-dessous du calcaire d'eau douce, et orientées de la même manière (2).

D'après toutes ces considérations de forme et de structure, je serais assez volontiers porté à admettre que les grès de Fontainebleau, que l'on serait tenté de prendre pour des dunes anciennes, ont été disloqués et longtemps battus ou baignés par des eaux puissantes. Ne serait-ce pas par celles qui auraient formé jadis un lac dans la même contrée, en donnant naissance au calcaire d'eau douce qui recouvre le grès sur plusieurs points de la forêt? Il m'a bien semblé voir les traces d'un rivage ancien dans une ligne de rochers situés près de Franchard, de l'autre côté de la ligne où se trouve l'antre des Druides, et qui court parallèlement à elle; on y remarque des cannelures qui ont aussi une ressemblance très grande avec celles des côtes de la Scandinavie; elles

(1) On pourra voir un exemple frappant de ce fait dans les pans de muraille du grand parc de Meudon, à droite et à gauche de la porte Dauphine, au lieu dit *les Bruyères de Sèvres*.

(2) Cette disposition est surtout bien évidente à la surface des rochers exploités depuis longtemps dans le voisinage du fameux gisement de quarz sableux agglutiné par du carbonate calcaire sous formes de rhomboèdres (grès cristallisé de Fontainebleau).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

m'ont même paru dirigées dans le même sens; cependant je dois faire observer que le fond de ces mêmes cannelures est fendillé, et semble indiquer que l'usure, de quelque côté que les eaux eussent agi, ne pouvaient guère se faire ni se diriger différemment.

On pourrait peut-être supposer que la cause qui a ainsi disloqué les bancs de grès de Fontainebleau, en leur donnant une physionomie toute particulière, est celle du diluvium. Quant à moi, je n'ai pu rencontrer les éléments caractéristiques de ce terrain, ni dans le fond des vallons de la forêt, où je n'ai trouvé que de petits fragments de calcaire à peine roulés, ni sur le versant des collines. Je n'ai recueilli de véritables cailloux de silex que dans les sables blancs situés au-dessous des grès. Ces cailloux, remarquables par leur blancheur, due à ce qu'ils ont perdu une grande partie de leur eau de composition, et que, d'après leur forme généralement aplatie et ovale, il conviendrait mieux d'appeler galets, ainsi que les nids de mica jaune et blanc qui se trouvent dans les mêmes circonstances, me semblent être, disons-le en passant, des témoignages de plus, pour assimiler la grande formation sablonneuse de Fontainebleau aux dépôts composés exactement de la même manière qui couronnent les hauteurs des environs de Paris.

Jetons maintenant un coup d'œil sur le relief des grès d'Orsay, à la surface desquels, comme pour ceux de Fontainebleau, on a cru reconnaître, dans ces derniers temps, des traces semblables à celles des côtes de la Scandinavie.

Assurément je ne puis révoquer en doute que la surface irrégulière, mamelonnée, usée et striée des rochers de la Norwége, de la Suède et de la Finlande, ne soit le résultat d'une action prolongée d'eaux puissantes (1); mais quant aux grès d'Orsay, il est facile de s'assurer que toutes les protubérances unies qui lui donnent un si singulier cachet ne sont autre chose que des masses formées lentement et tranquillement; elles offrent des zones contournées irrégulièrement en spirale (pl. V, *fig.* K), disposition qu'en deux mots je ne saurais mieux comparer qu'à celle de certains silex ménilites de nos environs.

Il n'y a pas là, comme à Fontainebleau, des surfaces grossièrement guillochées, des sillons parallèles, des cavités en forme de poches; quant à moi, je n'y ai vu que des ludus (pl. V, *fig.* K), qu'on retrouve du reste à la face inférieure du même banc de grès.

(1) *Voir* les planches géologiques des Voyages en Scandinavie, en Laponie, etc., que j'ai déjà publiées à ce sujet sous le titre de *Traces anciennes de la mer*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

J'ajouterai que cette surface mamelonnée n'est pas à nu, mais bien enveloppée d'un sable blanc homogène qui la sépare, en formant une couche uniforme, de la puissante assise d'argile à meulière située au-dessus.

Le manganèse cobaltifère, qui est si commun à Orsay, me paraît ne pas avoir été étranger à ces agglutinations de sable : beaucoup d'entre elles en sont pénétrées et portent à leur surface la couleur bleue foncée de ces métaux. A voir quelques unes de ces taches rayonnées, il semblerait qu'on s'est plu à laisser tomber de haut de l'encre sur les grès. Je terminerai en disant que ces oxides hydratés remplissent principalement d'anciennes crevasses dans la masse des grès (1), et que je les ai retrouvés dans les argiles supérieures aux grès d'Orsay, avec tous les traits que m'a offerts le gisement de divers hydrates de manganèse dans la forêt de Meudon.

Une courte discussion s'engage entre M. Delanoue et M. E. Robert, relativement au degré d'oxidation du manganèse dont il est parlé dans le Mémoire de M. Robert.

M. Leblanc rappelle avoir offert, à une autre époque, à la Société trois échantillons de ce manganèse recueillis dans trois points différents du bassin de Paris.

M. Rivière dit qu'il existe du manganèse au-dessous des meulières, dans le bassin de Paris, et qu'on en trouve notamment des amas puissants au-dessus de Palaiseau.

M. Rivière lit ensuite la préface d'un ouvrage qu'il se propose de publier incessamment. Cette lecture donne lieu à la discussion suivante.

M. Deshayes dit que M. Cuvier avait, dans les derniers temps de sa vie, une opinion opposée à celle invoquée par M. Rivière pour soutenir les attaques qu'il vient de diriger contre l'emploi de la paléontologie dans la pratique journa-

(1) Je ne puis passer sous silence des crevasses que je n'ai observées nulle part ailleurs qu'à Orsay. Celles-ci offrent cela de remarquable, qu'étant remplies de manganèse cobaltifère ou d'hydrate de fer, elles sont accompagnées de chaque côté d'un certain nombre de crevasses secondaires, en retraite à l'égard les unes des autres et parfaitement consolidées ; ce qui annonce évidemment que la masse de grès a éprouvé des dislocations successives bien avant d'acquérir la dureté qu'elle possède aujourd'hui.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lière de la géologie, et qu'il attaquera lui-même à son tour les opinions de M. Rivière quand elles seront imprimées. Il rappelle que M. A. Boué, qui avait, avant M. Rivière, critiqué l'emploi de la paléontologie dans la pratique de la géologie, est convenu que la mauvaise direction donnée à une étude n'était pas un argument contre cette étude elle-même. On ne peut, dit M. Deshayes, discuter une pareille question d'une manière générale, ainsi que le fait M. Rivière; il faut préciser par des indications de localités les erreurs qu'on reproche à la paléontologie. Depuis, dit-il, que j'ai déterminé cinq divisions de terrains, les terrains tertiaires, crétacés, jurassiques, triasiques, et enfin les terrains de transition, comme n'ayant aucune espèce qui passe de l'une à l'autre, ce fait capital, signalé de mon cabinet, n'a rencontré aucun contradicteur parmi ceux qui pratiquent la géologie, ou du moins on n'a pu apporter aucun fait en contradiction avec ces lois. Les déterminations fautives de fossiles faites par M. Grateloup ne prouvent rien contre ces principes.

M. Rivière répond que les principes de M. Deshayes peuvent, à défaut d'autres moyens, être appliqués avec quelque succès peut-être pour des localités très circonscrites, pour des points très voisins de ceux où ont été faites les observations qui ont servi à établir ces distinctions; mais que vouloir, par l'examen de quelques fossiles, déterminer l'âge géologique de terrains très distants de ces points, par exemple l'âge des terrains de l'Abyssinie, que l'on a prétendu reconnaître par l'inspection de trois ou quatre espèces fossiles qui en ont été rapportées, ou celui des terrains d'Amérique, c'est une pétition de principe, puisqu'il fallait auparavant constater l'identité des terrains de ces contrées éloignées avec ceux des points de la France dans lesquels la spécialisation de ces fossiles avait été reconnue.

M. Deshayes réplique que l'Amérique est peut-être trop éloignée pour qu'on puisse déterminer le rapport de ses terrains avec ceux de la France, lorsqu'on n'a que des espèces fossiles analogues et non identiques à celles de France; mais que la détermination comparative de l'âge des terrains par la paléontologie peut être faite pour des contrées fort éloignées,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et non pour des localités fort voisines seulement, comme le pense M. Rivière.

M. d'Archiac fait observer à M. Deshayes que M. Rivière semble diriger ses attaques moins contre les principes posés primitivement par lui, M. Deshayes, que contre l'extension qui leur a été donnée depuis par certains paléontologistes.

M. Rozet dit que non seulement M. Boué a déjà émis des opinions semblables à celles de M. Rivière contre l'emploi de la paléontologie dans la géologie, mais que M. Boubée a publié un travail spécial sur ce sujet, il y a déjà plusieurs années, et qu'une grande partie des idées exprimées ici par M. Rivière appartiennent en réalité à M. Boubée.

M. Rozet lit l'extrait suivant d'un Mémoire sur le Vésuve qui doit être inséré dans les *Mémoires* de la Société.

Sur les volcans des environs de Naples.

Après avoir étudié les volcans éteints de l'Auvergne, je me suis rendu à Naples pour observer l'un des volcans les plus remarquables qui soient encore en action à la surface de la terre. Arrivé dans ce beau pays à la fin de septembre 1843, j'ai eu le bonheur de trouver le Vésuve en travail et de pouvoir observer pendant plusieurs jours une petite éruption qui avait lieu dans le fond du grand cratère. Avant de parler des phénomènes dont j'ai été témoin, je vais jeter un coup d'œil général sur la constitution de la Campanie et montrer les rapports qu'elle présente avec celle de la partie volcanisée de l'Auvergne.

Les terrains qui se montrent au jour dans les environs de Naples sont, en allant de bas en haut, un calcaire plus ou moins compacte, plus ou moins marneux, qui forme l'île de Caprée et la grande masse du cap de Sorrente. Ce calcaire, contenant des empreintes de Poissons (*Pycnodus rhombus*, Ag.) et des Hippurites, doit être rapporté au terrain crétacé.

Le pied des montagnes calcaires du cap de Sorrente est recouvert, à stratification transgressive, par un tuf ponceux qui forme le sol de toute la campagne de Naples, jusque bien au-delà des Champs Phlégréens, et que M. Dufrénoy a parfaitement décrit dans son Mémoire sur les terrains volcaniques des environs de Naples (1).

(1) *Annales des mines*, 3e série, tome II.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Le terrain de tufs ponceux présente deux étages : l'un, dans lequel on ne reconnaît point de stratification régulière, offre la plus grande analogie de composition avec les conglomérats et tufs trachytiques de l'Auvergne, et se trouve traversé comme eux par des filons de trachytes; l'autre est un dépôt sous-marin avec coquilles, très bien stratifié et formé des matériaux du premier remaniés par les eaux. Ces deux étages sont tantôt séparés et tantôt intimement liés (pl. VI, *fig.* 1 *et* 2).

Depuis sa formation, le terrain de tufs ponceux a été plusieurs fois disloqué, et quelques unes des dislocations qu'il a éprouvées sont postérieures aux temps historiques : l'ouverture du Vésuve, les mouvements de la côte de Pouzzol, l'ouverture du Monte-Nuovo, etc. L'effet le plus habituel des dislocations de cette contrée est la production de cirques analogues aux cratères d'explosion de l'Auvergne, dont les Champs Phlégréens présentent une grande quantité. Ces cirques sont véritablement ce que M. de Buch a nommé *cratère de soulèvement;* mais la force qui les a produits a dû agir très près de la surface, parce que son action ne s'est exercée que sur une très petite étendue : au pied du Vésuve, dont l'ouverture ne remonte qu'à l'an 79 de notre ère, les colonnes et même les statues des monuments antiques sont restées debout; la verticalité des murs du temple d'Apollon, bâti au pied du Monte-Nuovo, n'a pas sensiblement été dérangée par l'élévation de cette montagne. La cause qui a produit les ouvertures cratériformes de la campagne de Naples doit être l'accumulation de masses gazeuses très près de la surface du sol, dans lequel elles ont d'abord produit une ampoule qu'elles ont crevée lorsque leur force élastique est devenue assez considérable, en lançant de tous les côtés les débris du terrain traversé par les gaz. Suivant les récits de Pline le jeune et de Porzio, la formation du Vésuve et celle du Monte-Nuovo ayant été accompagnées de flammes et d'une forte odeur de soufre répandue dans toute la campagne, il est probable que la masse gazeuse était en grande partie formée d'hydrogène sulfuré. Une forte preuve à l'appui de cette opinion, c'est que le gaz qui produit encore actuellement les fumarolles de la solfatare est de l'hydrogène sulfuré. Par sa combustion au contact de l'air, il donne de l'eau qui se vaporise et du soufre qui se dépose à l'ouverture des fentes par lesquelles s'échappent les gaz. Le passage des gaz acides à travers les roches, qui sont des trachytes, des conglomérats et des tufs trachytiques, les altère très vite et les transforme en véritables domites. En prenant ici la nature sur le fait, on trouve le secret de la formation de ces roches

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

VUES ET COUPES DES TERRAINS VOLCANIQUES DES ENVIRONS DE NAPLES,

PAR M. ROZET.

Fig. 1.

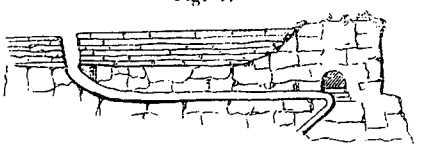
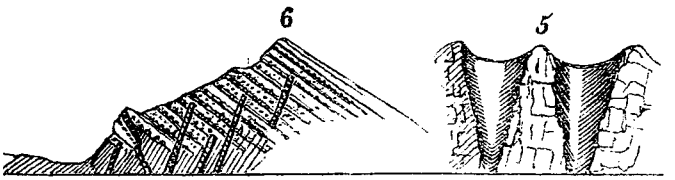
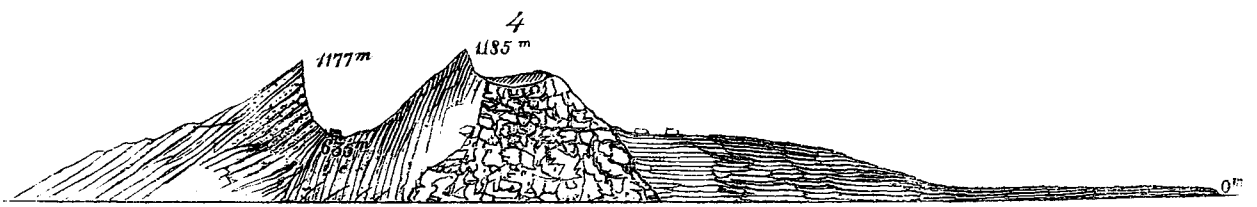
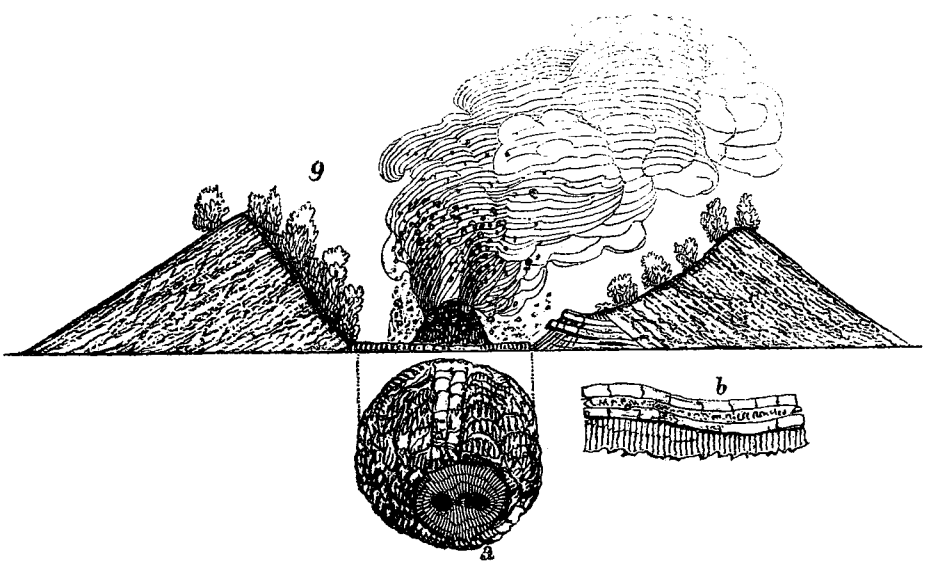


Fig. 2.







Explication des figures.

1. Séparation des deux étages du tuf ponceux.
2. Liaison intime des deux étages du tuf ponceux.
4. Vue générale du Vésuve, prise du port de Naples.
5. Naissance des vallées sur la pente extérieure de la Somma.
6. Disposition des roches dans l'Atrio del Cavallo.
9. Coupe et plan du petit cône du Vésuve en septembre 1843.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

si singulières de l'Auvergne qui ont tant intrigué les minéralogistes. La Solfatare est le seul des cratères ouverts dans les tufs ponceux, aux Champs Phlégréens et dans l'île d'Ischia, d'où il sorte encore des fumarolles.

Les lambeaux des tufs ponceux qui se montrent autour du Vésuve au-dessous des produits volcaniques récents, ainsi que la puissante couche de débris des mêmes tufs qui couvre l'antique Herculanum, prouvent que le sol a été fracassé en cet endroit lors de la formation du volcan.

Le Vésuve, pris dans son ensemble, présente à l'œil une masse conique isolée, s'élevant, au milieu d'une vaste plaine, à 1,200 mètres au-dessus du niveau de la mer qui en baigne le pied. Cette masse se compose de trois parties que l'on distingue parfaitement du port de Naples; ce sont :

1° Un cône très obtus, dont la hauteur excède un peu la moitié de celle de la Punta del Palo, qui est le point culminant du Vésuve (pl. VI, *fig.* 4). La base supérieure de ce cône obtus porte le nom de *Piano;* la pente de ses flancs n'excède pas 10°.

2° Sur le Piano s'élève brusquement un second cône aigu, dont la génératrice fait un angle de 30 à 33° avec l'horizon. Celui-ci est irrégulièrement tronqué à sa partie supérieure, qui présente, du côté du N., une pointe, le Palo, culminant de 80 mètres environ au-dessus de la troncature; le diamètre de la base du second cône, assez exactement circulaire, est de 2,000 mètres, et celui de la troncature de 740 mètres.

3° Du côté septentrional, on voit se détacher du premier cône, absolument comme une écaille, une masse escarpée, la Somma, dont la crête s'élève à 542 mètres au-dessus du Piano, presque autant que la Punta del Palo, laissant entre elle et le second cône un espace vide demi-circulaire de 500 mètres de large, connu sous le nom d'*Atrio del Cavallo.*

A la simple vue, la Somma paraît séparée du Vésuve, et l'étude de cette masse prouve qu'il en est effectivement ainsi : sur tout le périmètre du pied, et jusqu'à plus de la moitié des pentes, on rencontre le second étage des tufs ponceux, dont l'inclinaison des couches, d'abord très faible, augmente, à mesure que l'on s'élève, jusqu'au-delà de 15°. Ici le tuf renferme en plus ou moins grande quantité des fragments de lave de la Somma, des débris calcaires et d'autres de roches analogues à certaines que rejette encore actuellement le Vésuve. De dessous les tufs sortent des couches assez régulières d'une lave granitoïde, dont l'épaisseur est de 0m,5 à 2 mètres. Ces couches, qui se prolongent jusque

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dans l'escarpement de l'Atrio del Cavallo, sont séparées les unes des autres par des assises de scories rougeâtres auxquelles elles sont ordinairement soudées. Les deux surfaces de chaque couche sont notablement scoriacées, et présentent beaucoup de petites irrégularités qui annoncent un mouvement lent dans la matière liquide; mais l'intérieur est complétement cristallin. La lave de la Somma présente l'aspect d'un porphyre; elle est formée d'une pâte d'un gris clair, dans laquelle sont disséminés des cristaux d'amphigène et de pyroxène. Les pentes extérieures de la montagne sont découpées par des vallées peu profondes en éventail, c'est-à-dire dont la plus grande largeur se trouve à l'origine dans le voisinage de la crête (pl. VI, *fig.* 5). De chaque côté de ces vallées on voit profiler les couches de scories et de lave granitoïde, beaucoup plus inclinées que celles des tufs ponceux. La surface extérieure du cône de la Somma est presque entièrement couverte de cendres et de lapilli identiques avec ceux des flancs du Vésuve.

L'escarpement qui vient au-dessous de la crête de la Somma offre tant de cassures, de plis et de ravins profonds, qu'après l'avoir examiné avec soin, on ne peut se refuser à l'idée d'admettre qu'il est le résultat d'une catastrophe violente. Dans un grand nombre de profils, on voit parfaitement bien les couches de lave granitoïde, séparées par des scories, se recouvrir assez régulièrement les unes les autres. Descendu dans l'Atrio del Cavallo, on aperçoit tout l'escarpement coupé d'une infinité de filons s'élevant plus ou moins verticalement, à des hauteurs différentes, en traversant les couches (pl. VI, *fig.* 6). Je regarde, avec M. Dufrénoy, les fentes remplies par ces filons comme les canaux par lesquels se sont élevées les matières liquides qui ont formé par leur cristallisation les différentes nappes de la Somma: la matière des filons est absolument la même que celle des couches de lave, seulement elle est un peu plus compacte.

Le fond de l'Atrio del Cavallo, qui se rattache à la partie supérieure du premier cône vésuvien, est couvert d'une épaisse couche de cendres et de lapilli, de laquelle on voit sortir çà et là des pointes de lave moderne, scoriacée et bizarrement contournée. Des blocs de calcaire saccharoïde plus ou moins gros, et d'autres d'une roche pyroxénique compacte, gisent sur le sol, un peu enfoncés dans les cendres.

La partie septentrionale des deux cônes vésuviens est revêtue d'une croûte de lave; le reste de leur surface présente d'étroits courants en partie enfouis dans les cendres et lapilli qui la recouvrent. Tous les matériaux sortis des bouches ignivomes, les uns

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

projetés dans les airs, les autres en coulant très irrégulièrement sur les pentes de la montagne, couvrent un espace circulaire dont le diamètre est de 15 kilomètres ; mais l'épaisseur de la couche de cendres et de lapilli, ainsi que les blocs erratiques, vont en diminuant d'une manière très notable, à mesure que l'on s'éloigne du grand cône d'éruption.

Lorsqu'on monte au Vésuve par le chemin de Resina, on quitte les chevaux sur une petite plate-forme qui fait partie du *Piano*. Si l'on fait le tour du second cône à cette hauteur, en mesurant l'inclinaison des pentes au-dessus et au-dessous, on reconnaîtra parfaitement que l'on est à la séparation des deux, car, d'un côté on aura 30 à 33° pour l'inclinaison de la génératrice, et de l'autre 10° seulement. C'est là un fait de la plus haute importance, et sur lequel j'appelle particulièrement l'attention du lecteur. A cet endroit même où l'on quitte les chevaux, se trouve la bouche de 1822, en partie recouverte par la coulée de 1839. Du côté oriental, à la même hauteur, se voient les trois petits cratères de 1834, desquels est sortie une coulée qui a 7,000 mètres de long. Sur le flanc méridional, et vers le milieu de la hauteur du premier cône, les cinq bouches de 1760 sont alignées dans une direction N.-S. ; celles de 1794 sont placées sur le versant occidental, près de la séparation des deux pentes.

Toutes ces bouches sont entourées d'un cône plus ou moins élevé, formé de couches discontinues et fort irrégulières de laves scoriacées souvent très contournées, et de cendres disposées sans aucun ordre. Chaque cône qui a fourni une coulée présente une profonde échancrure par où elle est sortie : jamais je n'ai reconnu que la lave soit passée par-dessus les bords, si ce n'est dans le grand cratère. Le cône de celui-ci est à peu près formé de la même manière que les précédents ; mais il présente cependant des différences assez notables, dues à ce qu'il a fourni plusieurs éruptions, tandis que chacun des autres n'en a donné qu'une seule ; il se trouve exactement placé sur le sommet du cône obtus, en sorte que l'on peut assurer que celui-ci sert de base à toutes les bouches d'éruption : *c'est le couvercle de la grande chaudière dans laquelle s'élaborent les matières volcaniques*. Toutes ces bouches ne sont donc autre chose que les cheminées du volcan, formées de matériaux rejetés dans les éruptions et soulevés quelquefois par la pression intérieure.

Après avoir gravi le cône aigu par le chemin ordinaire, je suis arrivé sur un petit plateau fort irrégulier couvert de cendres, de scories et de blocs d'une roche compacte, rejetés au commencement

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de l'éruption qui avait alors lieu. Ce plateau, qui s'étendait jusqu'au bord du cratère, occupait toute la partie N.-O. du sommet; des autres côtés, il n'existait qu'une bande étroite entre le cratère et le talus. Au-dessus des bords du cratère s'élevait de 80 mètres au N.-O. la Pointe du Palo, reste de la partie supérieure d'un cône plus élevé que le cône actuel, détruit par les éruptions depuis 1822. Au premier coup d'œil, on pourrait croire que le Palo a une grande analogie avec la Somma; mais en l'étudiant, on reconnaît bientôt qu'il n'en est pas ainsi : il n'est composé que de scories, de cendres et de lapilli mélangés irrégulièrement et entassés les uns sur les autres.

En septembre 1843, l'ouverture du grand cratère présentait l'intersection de deux cercles de rayons différents : cette forme résultait de deux cratères accolés l'un à l'autre, dont le mur de séparation avait été renversé; la profondeur approchait de 180 mètres. L'examen des parois de ces deux cratères m'a montré que la masse dans laquelle ils étaient creusés avait la même composition que celle du Palo. Dans le fond brisé du petit, et notablement en saillie sur les cendres, se montraient deux couches de lave pyroxénique compacte (pl. VI, *fig.* 9), identique avec les fragments rejetés qui couvraient le plateau supérieur, inclinées de 7 à 8°, et séparées par une petite couche de scories rouges. Nulle part, dans l'intérieur du grand cratère, je n'ai reconnu de couches semblables aux deux précédentes; mais M. Dufrénoy en a vu une tout-à-fait à la partie supérieure, à la base même de la Pointe du Palo. Celle-ci lui parut être un fragment de l'opercule du cratère, porté à cette place par un flot de lave qui l'aurait soulevé à l'état solide.

A la fin de septembre 1843, les bords du grand cratère, abstraction faite de la Pointe du Palo, étaient sensiblement à la même hauteur que la crête de la Somma, dont le point culminant atteint 1177 mètres au-dessus de la mer. Sur le relief fait par M. Dufrénoy, le sol du Piano est coté 636 mètres, ce qui donne 541 mètres pour la hauteur du cône aigu. Dans ce moment, la profondeur du cratère était certainement inférieure à 200 mètres; il en résulte donc que les deux couches compactes du fond étaient à plus de 340 mètres au-dessus de la base du cône aigu, et à 200 mètres au-dessous de la couche analogue vue par M. Dufrénoy à la base du Palo. Ce fait remarquable, joint à la grande hauteur du cône aigu, me porte à dire que la masse entière du cône n'est pas seulement le résultat de l'accumulation des matières rejetées par les éruptions, mais qu'elle doit une partie de son existence au soulè-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vement de ces mêmes matières accumulées dans les cavités inférieures. Un autre fait à l'appui de cette opinion, c'est que la plupart des éruptions n'ont pas lieu par le grand cratère, mais bien par les petites bouches, ouvertes sur le Piano et sur les flancs du cône obtus, qui ont élevé autour d'elles de petits cônes de scories, de cendres, etc., dont toutes les masses réunies ne formeraient pas le dixième de celle du grand.

Je ne veux pas répéter ici tout ce qu'a dit M. Dufrénoy sur la part que l'on peut attribuer aux soulèvements dans la formation du cône vésuvien; pour cela j'engage le lecteur à recourir à son Mémoire (*Ann. des mines*, 1837, t. XI, page 398). Le fait du temple de Jupiter Sérapis, à Pouzzol, abaissé subitement dans la mer, et relevé ensuite de plus de 4 mètres, prouve que des soulèvements notables ont eu lieu dans la contrée depuis les temps historiques, et tout porte à croire que les effets des forces intérieures doivent être plus considérables au Vésuve qu'ailleurs.

On sait que le Vésuve rejette une assez grande quantité de blocs plus ou moins gros de différentes roches (calcaire, trachytes, etc.). Ces blocs sont nommés bombes volcaniques par plusieurs géologues; mais je n'ai pas vu dans tout le massif de cette montagne une seule bombe volcanique comme celles de l'Auvergne : la matière de la lave est elle-même en sphéroïdes plus ou moins gros, lancés dans les airs.

Phénomènes actuels. — Il m'a été dit que, vers le milieu de juillet 1843, les trous du cratère vésuvien étaient tous bouchés, que les fumarolles sortaient çà et là par de petites fentes, et qu'il existait près du bord septentrional du fond une grosse bosse sur laquelle on passait facilement, quoiqu'il en sortît de la fumée par plusieurs crevasses. Le 30 septembre, sur tous les bords du cratère, des parois intérieures et jusqu'au sommet du Palo, s'élevait une immense quantité de fumarolles beaucoup plus considérables que celles de la Solfatare. Ces fumarolles sortaient par des fentes et des trous, dont les uns étaient enduits d'une croûte jaune-pâle de fer muriaté, et les autres environnés d'une efflorescence blanche de sel marin presque pur. La fumée était composée de vapeur d'eau, avec une petite quantité d'acide hydrochlorique, très reconnaissable à son odeur piquante, et assez peu abondant pour que j'aie pu demeurer pendant plus de cinq minutes au milieu de cette fumée sans être trop incommodé. Étant resté assez longtemps sur une fente tapissée de la croûte jaune, j'eus les jambes et mes habits teints en jaune. Je ne reconnus aucune trace de soufre ni d'odeur sulfureuse, ce qui établissait une différence tranchée

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

entre les fumarolles du Vésuve et celles de la Solfatare. Le fond du cratère était couvert d'un bain de lave dont la surface noire, extrêmement irrégulière, présentait de nombreuses fentes dans lesquelles on apercevait la matière rouge en fusion. Cette surface fumait, principalement les fentes, et la fumée, beaucoup moins épaisse que celle des parois du cratère, me parut composée de vapeur d'eau presque pure.

Vers le bord septentrional du fond s'élevait, de 25 à 30 mètres au-dessus du bain de lave, un cône noir percé de deux bouches presque diamétralement opposées (pl. VI, *fig.* 9). De chacune de ces bouches sortaient continuellement une forte colonne de fumée et des jets de matière fondue; la colonne de fumée était traversée par une masse incandescente lancée dans l'air, qui retombait aussitôt en pluie de feu. Par intervalle de trente secondes, un bruit sourd se faisait entendre dans l'intérieur du cône, et aussitôt, avec une forte détonation, s'élevait à 2 mètres au-dessus de l'une ou de l'autre bouche, et alternativement, une nappe de matière fondue qui retombait par plaques autour de l'ouverture; au même instant, un jet de fragments de diverses grosseurs, projeté en l'air comme une gerbe d'artifice, s'élevait à 30 ou 40 mètres; puis les fragments retombaient subitement et roulaient presque tous sur les flancs du cône, les plus gros seulement atteignaient la base et restaient rouges pendant une à deux minutes; mais les autres noircissaient presque aussitôt qu'ils étaient tombés; la matière en fusion, lancée dans les airs, se refroidit donc très vite. Descendu dans le fond du cratère, je suis resté pendant deux heures assis sur un bloc de scorie, en face, à la hauteur et à 50 mètres de distance de la bouche méridionale, qui était la plus considérable, et là je voyais assez bien ce qui se passait dans son intérieur jusqu'à 2 mètres de profondeur. Les détonations qui succédaient au bruit intérieur étaient étouffées, et de la force de celle d'une pièce de 12 au plus. Au moment où elles avaient lieu, l'ouverture de la bouche était très rouge; mais elle noircissait aussitôt après, rougissait à une nouvelle détonation, et ainsi de suite; le jet de matière lancée accompagnait la détonation. La fumée qui sortait des bouches était rouge jusqu'à 3 ou 4 mètres au-dessus de l'ouverture, ensuite elle devenait grise. Je n'ai pas remarqué le moindre indice de flammes, la moindre apparence qui annonçât la combustion d'un gaz. Pendant tout le temps que je suis resté dans le cratère, je n'ai pas éprouvé la moindre secousse de tremblement de terre. La matière en fusion ne débordait pas par-dessus les bouches; mais

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

au pied S.-O. du cône on remarquait une tumeur de 2 mètres de haut et 10 mètres de diamètre, couverte d'une croûte brune fendillée, sous laquelle paraissait la lave incandescente, et d'où partaient deux petits courants qui s'avançaient si doucement vers l'ouest, qu'il était impossible de s'apercevoir du mouvement avec les yeux. Ces courants disparaissaient sous la croûte noire, dont les nombreuses fentes laissaient voir au-dessous la matière incandescente.

Monté sur la croûte de lave qui couvrait le fond du cratère, je me suis avancé très près du cône d'éruption, en passant par-dessus de nombreuses crevasses, dans lesquelles la matière rouge était pâteuse; mais alors j'éprouvais une si forte chaleur, la sueur coulait tellement de toutes les parties de mon corps, que je fus obligé de retourner sur mon bloc de scorie. Dans cette excursion j'ai tiré, avec la pointe du marteau, un fragment de lave rouge pâteuse, sur lequel je frappais comme sur un fer rouge. L'odeur de la fumée du bain de lave m'a si peu incommodé, que je la regarde comme presque entièrement formée de vapeur d'eau. Pendant que j'étais à me remettre de l'émotion que je venais d'éprouver, un coup de vent rabattit la colonne de fumée du cône dans le fond du cratère, et je m'y trouvai plongé pendant deux à trois minutes. L'odeur muriatique de cette fumée était tellement forte, que je fus obligé de m'envelopper la figure dans mon mouchoir : je sortis de là avec les yeux larmoyants et une toux suivie d'un mal de gorge qui dura pendant plusieurs jours.

Le 4 octobre, je retournai dans le cratère: une des bouches du 30 septembre avait disparu, et il s'en était ouvert une autre beaucoup plus grande, de 8 mètres de diamètre environ, autour de laquelle on remarquait un petit cratère. La force des détonations avait beaucoup augmenté; le jet de débris était lancé jusqu'au-dessus des bords du grand cratère, mais ils retombaient toujours verticalement. La lave ne débordait pas, et n'avait pas débordé par cette nouvelle bouche. La tumeur, le point de sortie de la lave rouge, n'avait point changé de place, mais elle était plus étendue et plus élevée. Il en sortait alors quatre petits courants qui coulaient très lentement vers l'est. Au milieu de leur course, ces quatre courants se réunissaient en un seul à surface incandescente, qui coulait en ondulant le long de la base du cône. Le gros courant était terminé par un épanouissement de fragments de scories noires portés sur la matière rouge que l'on apercevait entre eux; cet épanouissement finissait par une surface

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

courbe formant un bourrelet très irrégulier, qui marchait si lentement, que dans un quart d'heure il n'avait avancé que de $0^m,2$. Malgré cette petite vitesse, la surface que je voyais se refroidir, était toute hérissée de scories, et présentait les contournements les plus bizarres.

Les diverses analyses faites de la fumée du Vésuve ont démontré que cette fumée est composée de vapeur d'eau, d'acide carbonique, d'acide hydrochlorique et d'un peu de sel marin; la quantité qui sortait tant des bouches d'éruption, que des diverses fentes dont l'intérieur et l'extérieur du cône étaient criblés, m'a convaincu que l'eau de la mer devait pénétrer dans le foyer volcanique. En disant cela, je ne prétends nullement que cette pénétration soit la cause principale des éruptions, cette cause a son siége dans les profondeurs du globe; mais le dégagement de la vapeur d'eau à travers la matière en fusion peut contribuer puissamment à son ascension dans les conduits qui mettent la masse fluide intérieure en communication avec l'atmosphère. A la fin de septembre 1843, la Solfatare fumait fortement, le Vésuve était en éruption, le midi de l'Italie était effrayé par de violents tremblements de terre, l'Etna était en travail, et trois mois après il vomissait un immense courant de lave, rendu à jamais célèbre par les désastres qu'il a causés. La force qui produisait l'éruption du Vésuve dont j'ai eu le bonheur d'être témoin, exerçait donc son action sur une grande étendue.

M. Dufrénoy a si bien décrit (page 392) la manière d'être des diverses coulées du Vésuve et les phénomènes qu'elles présentent, que je renvoie le lecteur à son Mémoire, ainsi qu'au relief qu'il a fait exécuter, et que l'on peut voir à l'École des mines et dans la salle de la Société géologique. Je rappellerai cependant un fait général et de la plus haute importance pour la théorie de la formation des volcans, c'est que toutes les coulées de laves, toujours très étroites, sont composées, jusqu'à une certaine profondeur, de fragments scoriacés très contournés, très irréguliers, et ne se trouvent compactes, dans la partie inférieure, que lorsque la matière fondue s'est accumulée dans des cavités, ou qu'elle s'est arrêtée sur des plans sensiblement horizontaux. Ces coulées diffèrent donc complétement, par la structure, des nappes de la Somma qui, granitoïdes et à pâte compacte, n'ont pu être formées sous l'inclinaison de 30° qu'elles présentent aujourd'hui.

Le Vésuve n'est pas le seul point des environs de Naples qui ait fourni des éruptions volcaniques depuis les temps historiques: les écrivains ont souvent parlé des feux souterrains qui rava-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

geaient l'île d'Ischia; en 1301, une bouche volcanique s'ouvrit au milieu de cette île, et vomit une coulée de laves qui présente les mêmes phénomènes que celles du Vésuve.

En 1538, dans les Champs Phlégréens, au bord de la mer, on vit se former le Monte-Nuovo, une ampoule dans le tuf ponceux qui creva et lança par ses flancs des scories et des laves qui comblèrent le lac Lucrin. En comparant le récit de Pline le Jeune de la première éruption du Vésuve (1) avec celui de Porzio, témoin oculaire de la formation du Monte-Nuovo, on reconnaît une grande analogie entre les phénomènes qui ont accompagné l'ouverture de ces deux volcans. Pour chacun il s'est d'abord formé un vaste cirque au milieu des tufs ponceux, dont la partie emportée, lancée dans les airs, est retombée sur la campagne environnante. Au Vésuve la quantité de débris était si grande, que des villes entières ont été enfouies. Des coulées de laves et des alluvions, descendues ensuite des flancs de la montagne, sont venues recouvrir la pluie de fragments ponceux, et faire disparaître jusqu'aux dernières traces des cités que cette pluie avait ruinées.

La structure de la Somma prouve qu'elle est le résultat d'un soulèvement; mais celui-ci est antérieur aux temps historiques : il doit être rapporté à l'époque de l'ouverture de la fente sur laquelle se trouvent établis les volcans des environs de Naples et ceux de la Sicile. D'après le récit de Pline le Jeune, il est clair qu'avant la catastrophe de 79, il existait une montagne à l'endroit où nous voyons maintenant le Vésuve; mais il paraît que cette montagne n'avait point encore donné d'éruption.

De ce qui a été exposé dans cette note, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Le sol de la Campanie est formé par un terrain de tuf ponceux, au-dessous duquel se trouvent les calcaires du promontoire de Sorrente et de l'île de Caprée, qui appartiennent au terrain crétacé.

2° Le terrain de tuf ponceux présente deux étages, dont le premier est analogue aux conglomérats et tufs trachytiques de l'Auvergne, et le second est un dépôt marin stratifié, formé en grande partie aux dépens de la masse inférieure.

3° Le terrain ponceux a été fortement bouleversé; les traces de dislocation les plus nombreuses et les plus marquées sont de

(1) Livre VII, lettre XVI.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vastes cirques, réunis en grand nombre dans les Champs Phlégréens.

4° Ces cirques doivent être le résultat de la puissante action de masses gazeuses concentrées près de la surface du sol, dans lequel elles ont d'abord formé de grosses ampoules, qu'elles ont fini par crever en lançant les débris dans tous les sens : c'est sous les débris de la partie supérieure du mont Vésuve qu'ont été enfouies les villes d'Herculanum et de Pompéi.

5° Il existe les plus grands rapports entre les phénomènes que présentent les coulées du Vésuve et celles des volcans de l'Auvergne.

6° Ce qui se passe maintenant à la Solfatare donne l'explication de la formation des domites d'Auvergne.

7° Le cône aigu du Vésuve ne peut devoir son existence uniquement à l'accumulation des matières rejetées par sa cavité antérieure; l'action de bas en haut a dû avoir une influence notable dans la formation de ce cône.

8° Enfin, la montagne de la Somma est le résultat d'un soulèvement antérieur aux temps historiques.

M. Delanoue dit que la ville de Pompéi lui a paru avoir été bâtie sur la lave.

M. Rozet répond avoir constaté de la manière la plus positive que cette ville n'est pas sur la lave du Vésuve.

Le secrétaire pour l'Étranger commence la lecture d'un Mémoire de M. A. Boué, intitulé : *Géologie du globe terrestre.*

Séance du 19 février 1844.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu par le Secrétaire, et adopté après l'admission d'une addition nouvelle réclamée par M. E. Robert.

M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

AUBÉ (Léonce), agent consulaire à Sainte-Catherine (Brésil), présenté par MM. Pissis et Lechâtelier;

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

GOEPPERT, professeur d'histoire naturelle et membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes, à Breslau (Silésie), présenté par MM. É. de Beaumont et de Tchicatcheff.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, le *Journal des Savants*, n° de janvier 1844.

De la part de M. Ch. d'Orbigny, la 44e livraison du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dont il dirige la publication.

De la part de MM. Danger et Flandin, leur ouvrage ayant pour titre : *De l'arsenic, suivi d'une instruction propre à servir de guide aux experts dans les cas d'empoisonnement.* In-8°, 301 pages. Paris, 1841.

De la part de M. Ch. Flandin, une brochure intitulée : *Procès Ponchon. Accusation d'empoisonnement par le plomb. Compte-rendu des débats des Cours d'assises de la Haute-Loire et du Puy-de-Dôme* (extrait de la *Revue scientifique et industrielle*), in-8°, 208 pages. Paris, 1843.

De la part de M. Balsamo Crivelli, sa note intitulée : *Della giacitura*, etc. (Sur un dépôt de lignite dans le grès de Romanò, Lombardie), in-8°, 9 pages. Milan, 1843.

De la part de M. H. Fitton, une note intitulée : *Abstracts*, etc. (Extraits de Mémoires sur quelques unes des couches inférieures à la craie, situées dans le sud-est de l'Angleterre). (Extrait des *Proceedings of the geological Society of London*, vol. IV, pp. 198-210. Mai et juin 1843.)

De la part de M. Philippe Matheron, son *Catalogue méthodique et descriptif des corps organisés fossiles du département des Bouches-du-Rhône et lieux circonvoisins* (extrait du *Répertoire des travaux de la Société de statistique de Marseille*), in-8°, 269 pages, 6 pl. Marseille, 1842.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1er semestre 1844, nos 6 et 7.

L'Institut, nos 528 et 529.

L'Écho du Monde savant, n° 12, 15 février 1844.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Correspondenzblatt, etc. (Journal de la Société d'agriculture du Wurtemberg), nos 1 et 2 de l'année 1843.

The Athenæum, nos 850, 851.

The Mining Journal, nos 442, 443.

CORRESPONDANCE.

M. A. Viquesnel donne lecture de l'extrait suivant d'une lettre à lui adressée par M. Ami Boué.

L'étendue considérable que la formation carbonifère occupe dans la Tartarie asiatique explique l'existence de ces prétendus volcans anomaux dont MM. Rémusat et Cordier ont parlé en 1820. Ce sont tout simplement des *pseudo-volcans* comme ceux de nos houillères. Les détails relatifs à ces phénomènes se trouvent dans le journal d'Erman à Berlin (1842, C. 4, p. 708, etc.).

M. Angelot fait remarquer que cette révélation détruit radicalement l'objection principale tirée, par les adversaires de l'opinion qui admet la possibilité de l'intervention des eaux de la mer dans les phénomènes volcaniques, de l'existence de ces deux prétendus volcans au centre du continent asiatique, à plusieurs centaines de lieues des bords de toute mer. (*Bulletin*, tome XIV, page 43.)

M. Viquesnel donne ensuite lecture de l'extrait suivant d'une lettre à lui adressée, de Nantes, par M. Bertrand-Geslin.

Je viens de recevoir notre Bulletin, dans lequel j'ai lu (séance du 4 décembre) votre note sur le terrain à combustible de la Loire-Inférieure.

Je crois que vous avez agi sagement en ne vous prononçant pas sur l'âge du dépôt. Vous vous contentez d'exposer les faits positifs et observables; j'approuve beaucoup votre réserve; car il est hors de doute que le combustible fait partie du terrain de la grauwacke, laquelle se lie aux schistes cristallins.

Je pense que les calcaires de Saint-Julien-de-Vouvantes, placés au N. de la bande carbonifère, sont différents des calcaires de Coupe-Chou, de Liré, de Chalonnes et de la Chaudefond, placés au S. de cette bande. Je regarde même les calcaires de ces der-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nières localités comme ne faisant point partie d'une même couche disposée en chapelet. Ainsi je partage votre opinion.

Il est bien difficile de décider la question des plissements dans cette formation. La totalité des grauwackes et des schistes me paraît appartenir à la même masse.

Je n'ai pas trouvé de fossiles dans les calcaires de Liré, que j'ai visité deux fois depuis un mois. Le propriétaire, qui est un de mes amis, a donné l'ordre aux ouvriers de ramasser toutes les coquilles qu'on pourrait observer. Les spirifères sont abondants à la Chaudefond et à Saint-Julien-de-Vouvantes. J'ai, auprès de cette dernière localité, une belle exploitation de calcaire noir de transition en couches horizontales, recouvert par des calcaires argileux bleuâtres contenant de gros spirifères. Au-dessus repose une grauwacke jaune très coquillière avec spirifères, encrines, etc. La grauwacke ressemble beaucoup à celle du Faou (Finistère). A la carrière de la Rousselière (située à une lieue et un quart de Saint-Julien), on exploite aussi un calcaire noir de transition renfermant de nombreux spirifères. Ici les couches sont verticales. Voyez quelle différence d'inclinaison présentent deux localités aussi rapprochées! Cependant les deux amas de calcaire sont contemporains et enchâssés dans la grauwacke.

J'ai fait route de Saint-Julien-de-Vouvantes à Ancenis par Saint-Mars-la-Jaille, afin de couper la formation houillère, mais je n'ai vu aucun affleurement sur cette route. A une lieue et un quart avant Ancenis, on voit de la grauwacke verte, grise, noire, alternant avec des schistes ardoises plongeant vers le N. : c'est le terrain houiller. Ainsi au N. et au S. de la bande carbonifère, le pendage des couches a lieu vers le N. Les amas de quarzite blanc dans les schistes sont au N. de la bande et non pas au S.

J'ai lu avec plaisir la lettre de M. Boué (séance du 6 novembre dernier), dans laquelle il annonce la mort du système cambrien. J'en suis content pour la Bretagne, où on ne pouvait distinguer le cambrien du silurien.

Au sujet de cette lettre, M. Viquesnel présente les réflexions suivantes :

Je suis heureux de me trouver d'accord avec mon ami Bertrand-Geslin sur toutes les questions qu'il aborde dans sa lettre.

Relativement aux amas de quarzite signalés par notre collègue sur la route de Saint-Julien-de-Vouvantes à Ancenis par Saint-Mars-la-Jaille, je ferai remarquer que notre description s'arrête

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à la limite septentrionale du terrain carbonifère. Nous n'avions pas à nous occuper des quarzites et des phtanites qui sont en bien plus grande abondance dans la partie située au N. de la bande à combustible, que dans la partie opposée. La non-existence du quarzite sur un point méridional de la bande, signalée par un observateur aussi exact que M. Bertrand-Geslin, viendrait corroborer notre opinion sur la discontinuité des couches et la disposition du quarzite à former des amas allongés. En effet, entre Mésangé et le moulin Bouilleau, c'est-à-dire non loin de la route suivie par M. Bertrand-Geslin, nous avons vu cette roche former le relief le plus remarquable de la colline. A l'E. du moulin Bouilleau, le quarzite disparaît sous le terrain de transport qui recouvre le plateau. Sa présence se trahit encore à la Transonnière par les matériaux qu'il fournit aux constructions de ce hameau.

Par suite de la lecture du procès-verbal, M. J. Delanoue signale l'incertitude qui règne encore sur les oxides et hydrates de manganèse. Il inscrit au tableau leurs formules atomistiques, et ajoute :

MnO. Le *protoxide* verdâtre et son hydrate blanc n'existent pas dans la nature; nous n'avons pas à nous en occuper.

$1\,Mn\,O^2 + 2\,MnO$. L'*oxide rouge*, le résultat de la calcination de tous les oxides de manganèse; la *Hausmannite* noire, brune des minéralogistes; enfin le deutoxide des chimistes (Dumas, etc.).

Je ne pense pas que M. Robert ait voulu désigner l'hydrate de cet oxide-là, car le minéral qu'il décrit donne de l'oxigène par la calcination.

$Mn^2\,O^3$. Le *sesqui-oxide* forme au moins deux hydrates.

MnO^2. Enfin le *bi-oxide*, le peroxide de la plupart des auteurs. Cette dernière dénomination devrait être abandonnée, ainsi que celle de deutoxide; car le bi-oxide de manganèse se suroxide pour former les caméléons, et il paraît jouer le rôle d'acide pour former avec le protoxide un composé, sinon semblable, du moins analogue aux battitures de fer qui ont été aussi appelées improprement deutoxide.

Ce sont les hydrates de sesqui-oxide qui constituent, soit seuls, soit mélangés avec le peroxide, le Psilomélane, etc., presque tous ces manganèses ternes si abondamment répandus dans la nature. Ce sont eux probablement qui colorent les grès d'Orsay et qui forment (le bi-hydrate de sesqui-oxide surtout) des enduits et des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

concrétions stalactiformes dans les fissures de tous les terrains et jusque dans les interstices des graviers d'alluvion. On peut même dire qu'ils existent partout, et que partout, et aujourd'hui même, les infiltrations leur font subir de perpétuels remaniements.

M. E. Robert répond que, dans son Mémoire lu à la séance dernière, il n'a pas entendu désigner un hydrate d'oxide de manganèse *en proportion définie*, mais bien un *mélange d'hydrates de divers oxides de manganèse*, qui, en somme, contient moins d'oxigène que l'hydrate de bi-oxide.

M. Rivière lit la note suivante relative à un Mémoire de M. Viquesnel, communiqué dans la séance du 4 décembre, et à diverses notes ou discussions auxquelles il a donné lieu dans la séance du 15 janvier.

Je m'en tiens pour le fond du Mémoire de M. Viquesnel à la critique générale que j'ai faite. La lecture du travail de notre confrère m'a prouvé que son auteur ne démontrait nullement les conclusions générales qu'il a déduites ; qu'au contraire le peu de faits qu'il rapporte confirment plutôt la justesse de mes réflexions ; j'entrerai volontiers dans une discussion détaillée à cet égard, si M. Viquesnel veut l'accepter.

Relativement à la réplique de M. Viquesnel, imprimée à la page 104, je me bornerai aux réflexions suivantes : M. Viquesnel ne m'a pas compris, puisqu'il croit que je rapporte à l'étage du terrain houiller proprement dit le terrain à combustible de la Loire-Inférieure : je le rapporte aux parties inférieures de mon groupe carbonique ou carbonifère, qui comprend le vieux grès rouge, le calcaire carbonifère et le terrain houiller proprement dit. Il forme, selon moi, un accident à la partie supérieure du vieux grès rouge, ou tout au plus dans le système du calcaire carbonifère. Quoique le terrain à combustible de la Loire-Inférieure renferme de la grauwacke, des phyllades, etc., il est tout-à-fait distinct de mon groupe grauwacique ou de la grauwacke, et à plus forte raison de celui du gneiss, comme je le démontrerai plus tard.

Quant au métamorphisme, je connais beaucoup mieux le département de Maine-et-Loire que M. Viquesnel ne le suppose. Les auteurs qui ont écrit sur la Bretagne, la Vendée et le Poitou, n'ayant pas été à même d'exécuter toute la série de travaux que j'ai faite dans cette contrée, il n'est pas étonnant que j'aie pu arriver à plus de précision que ces savants, ainsi que je l'ai prouvé par

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

mes publications sur la Vendée, sur les environs de Quimper, etc.

Je n'ai jamais dit que les couches du système à combustible n'ont subi aucune modification postérieurement à leur dépôt. J'ai imprimé et j'écris actuellement tout le contraire. Mais ces modifications de différents ordres sont en grande partie dues aux diorites, amphibolites, éclogites, kersantons, etc., et non aux porphyres, ni même à l'eurite, comme le suppose M. Viquesnel, ce qui se trouve du reste en opposition avec le passage suivant de sa Note : « *Les dislocations...* etc. (page 101). »

Mais je n'admets pas une confusion produite dans les talcschistes, les grauwackes, les gneiss, etc., par l'apparition des roches ignées, comme il résulterait du Mémoire de notre confrère. Enfin je dirai que rien dans la notice de M. Viquesnel ne démontre la liaison du terrain à combustible de la Loire avec le groupe de la grauwacke proprement dite, et encore moins avec celui du gneiss.

M. Viquesnel répond :

M. Rivière dit que j'ai mal compris les opinions qu'il a émises relativement à la position géologique du terrain à combustible de la Loire-Inférieure. J'ai consulté les souvenirs des membres qui avaient assisté aux séances des 4 décembre et 15 janvier derniers. Les personnes auxquelles je me suis adressé avaient également compris que M. Rivière rapportait le terrain en question au terrain houiller proprement dit. Je tiens à constater le fait, pour démontrer que ce n'est pas ma faute si j'ai attribué à M. Rivière une opinion que chacun de nous croyait être l'opinion de notre collègue.

En effet, M. Rivière avait annoncé et répété verbalement, dans les séances précitées, qu'il repoussait les idées exposées dans l'Explication de la carte géologique de France, par M. Dufrénoy, sur l'âge du terrain à combustible, et qu'il se trouvait d'accord avec M. de Verneuil sur ce point important de la géologie de la Bretagne (*Voir* la Note de M. de Verneuil, p. 143). Notre collègue vient de présenter ses opinions par écrit, et, cette fois, il se met en opposition sur un point avec les deux géologues précédemment nommés, et sur un autre point, il se prononce de manière à laisser le lecteur dans l'incertitude sur l'opinion à laquelle il se rallie.

La vérité de ma proposition sera démontrée par la comparaison que je vais établir entre la classification générale des terrains, introduite récemment par MM. Sedgwick et Murchison et adoptée

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

par MM. Dufrénoy et de Verneuil d'une part, et la classification anciennement admise et professée encore aujourd'hui par M. Rivière.

Classification générale des terrains.

D'APRÈS MM. DUFRÉNOY ET DE VERNEUIL.	D'APRÈS M. RIVIÈRE.
1° *Terrain dévonien* ou vieux grès rouge.	1° *Groupe carbonique* ou carbonifère.
2° *Terrain carbonifère.*	Il comprend, savoir :
Il comprend, savoir :	1° A sa base, le vieux grès rouge ;
1° A sa base, le calcaire carbonifère, et les grès, schistes et houilles qui lui sont subordonnés.	2° Le calcaire carbonifère ;
2° A sa partie supérieure, le terrain houiller proprement dit.	3° A sa partie supérieure, le terrain houiller proprement dit.

On voit par ce rapprochement que M. Rivière réunit deux systèmes que MM. Dufrénoy et de Verneuil regardent comme deux formations complétement séparées. Il se trouve en désaccord sur cette question avec ces deux géologues.

Quant à la position du terrain à combustible, M. Rivière pense que ce système de couches forme un accident placé à la partie supérieure du vieux grès rouge, ou *tout au plus* à la partie inférieure du calcaire carbonifère. Cette alternative est inadmissible, d'après les idées des deux géologues précités. L'hiatus le plus considérable qui ait été observé dans les terrains palœozoïques existe, selon ces deux savants, entre le vieux grès rouge et le calcaire carbonifère.

En résumé, si M. Rivière place le terrain à combustible de la basse Loire dans le terrain dévonien ou vieux grès rouge, il est d'accord avec M. Dufrénoy et en opposition avec M. de Verneuil; s'il le place dans le calcaire carbonifère, il se trouve d'accord avec M. de Verneuil et en opposition avec M. Dufrénoy.

M. Rivière réplique :

Interpellé sur ma manière de voir comparativement à l'Explication de la carte géologique de la France, j'ai dit que je différais d'opinion avec M. Dufrénoy, en ce que ce savant géologue admettait dans mon groupe carbonique une séparation tranchée, un hiatus au-dessus du terrain à combustible de la basse Loire et au-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dessous du calcaire carbonifère; tandis que moi-même je ne voyais dans l'O. de la France qu'une seule série de couches qui étaient concordantes entre elles et qui renfermaient à divers niveaux ou étages des combustibles plus ou moins différents, mais qui se trouvaient en stratification discordante avec les couches de mon groupe grauwacique ou de la grauwacke (partie supérieure du système silurien); que par conséquent il n'y avait, selon moi, d'hiatus qu'entre le groupe carbonique et le groupe grauwacique, et qu'enfin aucune couche des combustibles de l'O. n'était liée au dernier groupe, contrairement à l'opinion de M. Viquesnel. Voilà, en résumé, ce que j'ai dit à l'égard de ma manière de voir et de celle qui est imprimée dans l'Explication de la carte géologique de la France. Ainsi, M. Dufrénoy admet deux systèmes dans le groupe carbonique : moi, je n'en reconnais qu'un seul; M. Viquesnel rattache le terrain à combustible de la basse Loire au groupe grauwacique : moi, je l'en sépare tout-à-fait.

M. Raulin, vice-secrétaire, donne lecture de la note suivante. M. Deshayes, l'auteur, annonce dans sa lettre d'envoi qu'il croit la discussion à laquelle se rattache cette note arrivée à son terme, et que, quelles que soient actuellement les observations de M. d'Orbigny, il se tiendra dans le silence le plus absolu sur tout ce qui est relatif aux questions débattues entre eux, et qu'a soulevées la note publiée par M. d'Orbigny au mois de mars 1843. (*Bulletin*, tome XIV, page 293.)

Dans la réponse qu'il a faite à ma première note, M. d'Orbigny semble abandonner ce que je regardais comme la partie principale de la discussion. Il ne s'agissait pas, dans ce débat, de savoir comment on doit représenter des animaux dans des planches, ou comment ils sont placés dans les collections ou dans les musées; cela a si peu d'importance à mes yeux que je n'aurais pas pris la peine d'entamer une discussion pour un sujet ordinairement livré au caprice des peintres d'histoire naturelle, ou à celui des collecteurs ou des directeurs de collections. La question que j'ai débattue avec M. d'Orbigny a beaucoup plus de gravité, puisqu'il s'agit de savoir comment on doit considérer un animal, lorsqu'il est décrit dans son ensemble par le zoologiste, ou dans ses parties intimes, lorsqu'il entre dans le domaine de l'anatomiste. M. d'Orbigny, en s'écartant, pour ce qui concerne une portion des mol-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lusques, des règles adoptées par les maîtres de la science, m'a forcé de rappeler ces principes universellement reçus, et je ne vois pas en quoi le rappel à ces principes ressemble à une leçon d'*anatomie élémentaire*, comme le dit M. d'Orbigny. La plus simple logique m'engageait à suivre cette marche; il fallait bien en effet rappeler les éléments de la zoologie et de l'anatomie, pour faire voir en quoi M. d'Orbigny s'en écarte dans la nouvelle théorie qu'il propose pour les mollusques.

M. d'Orbigny me reproche de restreindre ma discussion à la conchyliologie; je l'ai fait avec intention, puisque c'était là que M. d'Orbigny lui-même avait placé la question. Je devais agir ainsi, par cette raison que, par une exception singulière, la conchyliologie était restée longtemps en dehors des principes qui régissent toutes les autres parties de la zoologie.

M. d'Orbigny oublie aussi que, pour établir sa nouvelle méthode, il est venu critiquer celle de ses prédécesseurs, et qu'il a regardé comme semblables les opinions de Linné et de Lamarck sur cette matière, et comme très différentes celles de M. de Blainville et les miennes. J'avoue que je n'aperçois pas en quoi des voyages plus ou moins longs peuvent intéresser une telle question; il me semble qu'une étude approfondie des travaux de Linné et des autres zoologistes est infiniment préférable: aussi ne suivrai-je pas M. d'Orbigny dans les généralités où il se tient, parce qu'elles n'ont aucun rapport direct avec la question que nous débattons. Je regretterai seulement que M. d'Orbigny, comme il le dit lui-même dans sa réponse, ait l'habitude de traiter les différentes parties des sciences avec brièveté, se réservant les moyens de combattre les objections que cette brièveté même peut lui susciter.

Je ne pousserai pas plus loin mes observations générales sur la réponse de M. d'Orbigny. Ce naturaliste invoque en sa faveur le témoignage de Cuvier et d'Adanson, et il prétend aussi que la planche III des principes de M. de Blainville est contre mon opinion et favorise la sienne. Je me bornerai actuellement à examiner ces trois points principaux, et je commencerai par ce qui est relatif à la planche III du *Manuel de malacologie*.

Je prie instamment les personnes qui possèdent l'ouvrage du savant professeur de se mettre sous les yeux la planche en question, pour vérifier l'exactitude de ce que je vais en dire. Dans ma première Note, j'ai avancé que, si les quatre figures qui composent cette planche étaient dans la position où on les voit, cela tenait à l'étroitesse du cadre qui n'avait pas permis

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

au graveur de leur donner une autre position. Je prouverai la vérité de ce que j'avance par deux moyens incontestables : la figure 2 représente la coquille vue par le dos, dans son diamètre antéro-postérieur ; les figures 1 et 3 représentent les valves de la même coquille placées horizontalement. Mais si l'on fait attention à la manière dont ces figures sont ombrées, on s'aperçoit qu'elles le sont à contre sens, dans la position où elles sont dans la planche ; tandis que si on les place de la même manière que la figure 2, ont voit sur-le-champ qu'elles ont été dessinées dans cette position, et il devient évident alors que le graveur, en donnant à ces figures une nouvelle position, n'a pas changé la manière dont elles sont ombrées, lorsqu'elles étaient dans une position différente. Il devient évident, d'après cela, que les figures 1 et 3 ont été destinées à être placées de la même manière que la figure 2. Mais on est confirmé dans cette opinion par l'exactitude scrupuleuse avec laquelle M. de Blainville a désigné les diverses parties de la coquille. La figure 1 représente la valve gauche vue en dehors ; la figure 3 la valve droite vue en dedans, et l'on remarquera que, dans les trois figures dont il est question, il y a, du même côté, un A, et du côté opposé un P, et en lisant la légende qui est au bas de la planche, on y trouvera que A veut dire extrémité antérieure ou orale de la coquille, et P l'extrémité postérieure ou anale ; D veut dire valve droite, et G valve gauche. Si M. d'Orbigny a lu cette légende et a fait attention à ce que je viens de rappeler sur la manière dont les figures sont ombrées, comment a-t-il pu se méprendre au point de soutenir, dans sa réponse, que M. de Blainville place la coquille horizontalement, et non dans son diamètre antéro-postérieur ? Comment M. d'Orbigny peut-il soutenir encore que ma manière de placer la coquille diffère de celle de M. de Blainville, et annoncer par là que je me trompe moi-même sur mes propres opinions ?

Pour justifier sa nouvelle manière de placer les mollusques bivalves, M. d'Orbigny me renvoie à sa *Paléontologie française*, dans laquelle il a présenté une terminologie qu'il dit propre à remplacer de la manière la plus avantageuse les dénominations vagues et fautives, selon lui, employées avant la publication de son ouvrage. Je ferai remarquer d'abord à M. d'Orbigny que les dénominations qu'il emploie, de *côté buccal*, de *côté anal*, etc., ont été employées longtemps avant lui, et par M. de Blainville lui-même, dans la planche du *Manuel de malacologie* que nous venons de citer, et je demanderai en outre à M. d'Orbigny ce qu'il y a de vague et de fautif dans des désignations

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

aussi simples que : *côté antérieur*, *côté postérieur*, *valve gauche*, *valve droite*, dans des corps qui sont susceptibles de ces divisions d'une manière nette et facile; et j'avoue que je n'aperçois pas ce que la science peut gagner à la substitution de *côté buccal* ou *côté anal* aux dénominations de *côté antérieur* ou *côté postérieur*. Je crois au contraire que, pour tout le monde, pour les personnes instruites, autant que pour celles qui cherchent l'instruction dans les livres, l'uniformité et la simplicité du langage scientifique ont une grande importance, puisque cela tend à abréger le travail et à en diminuer l'aridité.

Aux yeux de plusieurs personnes, M. d'Orbigny aurait eu raison, s'il eût voulu ramener l'étude de tous les mollusques à une loi universelle qui serait différente, il est vrai, de celle qui est actuellement en pratique pour le reste de la zoologie, mais qui du moins aurait le grand avantage de saisir tous ces animaux dans leurs habitudes et de les décrire, sans exception, dans les attitudes qui leur sont familières et qui résultent chez eux de leur organisation. La manière dont je présente cette objection ne lui ôte rien de sa force; et si M. d'Orbigny lui-même veut la formuler dans d'autres termes, j'accepterai avec plaisir la discussion, car je suis persuadé d'avance que je pourrai le combattre victorieusement.

Personne ne pourra soutenir que des animaux libres et rampant, tantôt sur des plantes, tantôt à la surface de roches diversement accidentées, ont une station qui leur est propre; pour peu qu'ils soient rassemblés en certain nombre dans un petit espace, on verra ces animaux dans toutes les positions imaginables. Un entomologiste n'a jamais cherché à déterminer la station des insectes qui marchent sur tous les plans, dans toutes les directions, et je crois que cette recherche n'est pas plus possible pour eux que pour les mollusques. Il faut donc mettre en dehors de la question tous les animaux de cette classe qui vivent librement, soit qu'ils rampent sur les surfaces solides, soit qu'ils nagent dans les eaux. Pour les représenter dans les ouvrages, il faut, de toute nécessité, imposer à toute cette longue série de mollusques une position systématique, et M. d'Orbigny lui-même n'a pu se soustraire à cette manière de faire dans les divers ouvrages qu'il a publiés. Je dois ajouter que cette portion des mollusques libres, à coquilles univalves simples ou multiloculaires, constitue plus des deux tiers des genres connus dans la classe des mollusques; il reste donc les mollusques bivalves, et c'est pour ceux-là spécialement que M. d'Orbigny voudrait changer la nomenclature. Comme on le voit, cette réforme n'aurait donc pas le caractère

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'universalité qu'on lui suppose, et que l'on exige d'elle pour entraîner toutes les adhésions; mais elle le perdra bien plus lorsqu'il sera bien constaté, d'après les observations de M. d'Orbigny lui-même, que la plupart des genres des mollusques bivalves se soustraient aux règles qu'il a posées. Ces règles ne leur sont point applicables à cause de la station tout-à-fait irrégulière qu'ils affectent, surtout pour ceux des genres qui s'attachent aux corps ambiants, ou qui pénètrent dans leur épaisseur. Les genres dont je parle sont nombreux et constituent plus de la moitié de la classe des mollusques bivalves. Ainsi les principes que propose M. d'Orbigny ne trouvent leur application que dans un très petit nombre de genres qui, par leur manière de vivre, ne sont qu'une très petite exception dans la classe entière des mollusques. Enfin si nous voulons compter les genres, nous verrons que sur plus de quatre cents qui sont actuellement connus dans la classe entière des mollusques, il y en a tout au plus une quarantaine auxquels on pourrait appliquer les nouvelles méthodes de M. d'Orbigny.

Comme je l'ai dit, et comme je le répète, aussitôt que vous êtes obligé de soumettre un certain nombre d'animaux à une position artificielle pour les décrire et les comparer, il faut, de toute nécessité, que tout soit soumis à cette règle inflexible, puisque, par le fait, et comme je viens de le démontrer, la règle se trouverait faite pour une insignifiante exception. J'ai donc eu raison d'insister, dans la séance du 4 décembre, sur l'application rigoureuse à la classe entière des mollusques des principes qui, jusqu'à présent, ont dirigé l'anatomie et la zoologie dans toutes leurs parties; et encore une fois honneur à Cuvier et à M. de Blainville d'avoir provoqué et d'avoir assuré une réforme éminemment utile, en faisant rentrer les mollusques sous les lois communes à toutes les autres parties de la zoologie. Grâce à M. de Blainville surtout, le langage conchyliologique a pris un degré de netteté et de précision qui l'a rendu universel, parce qu'il a été compris de la même manière par tous ceux qui le parlent.

Je crois devoir encore ajouter à ce qui précède que, quand bien même, et sans exception, tous les mollusques auraient l'habitude de vivre la tête en bas, ce ne serait peut-être pas un motif suffisant pour les soustraire aux règles qui régissent toutes les autres parties de la zoologie; car, dans ce cas, les mollusques ne seraient qu'une exception peu importante au milieu du règne animal, et il faudrait les ramener à une position de convention pour en faire l'anatomie comparée et la description.

M. d'Orbigny a invoqué en faveur de son opinion les travaux

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de Cuvier, et surtout ceux d'Adanson : la mémoire de M. d'Orbigny l'a malheureusement servi; jamais Cuvier n'a fait défaut aux principes que j'ai défendus, j'en appelle à tous ceux qui ont lu les travaux de l'illustre anatomiste, et qui l'ont entendu, lorsque, du haut de sa chaire, il a répandu avec éclat dans toute l'Europe les principes fondamentaux de l'anatomie comparée.

Je ne viendrai pas fastidieusement rechercher, pour les citer, tous les passages des ouvrages de Cuvier dans lesquels on reconnaît qu'il s'est scrupuleusement soumis aux principes que j'ai précédemment exposés; il me suffira de mentionner son Tableau élémentaire de zoologie, premier travail important qu'il a publié, pour démontrer que, dès l'origine, notre grand zoologiste avait adopté les principes professés par les anatomistes ses prédécesseurs. Dans le petit nombre de planches qui accompagnent cet ouvrage, il y en a une consacrée aux mollusques, où l'on voit que tous ces animaux sont ramenés à la position de convention adoptée par les zoologistes.

Si j'examine actuellement tous les beaux Mémoires de Cuvier sur les mollusques, je trouve toutes ses descriptions uniformément faites d'après les principes des anatomistes. Je remarque également que presque toutes les figures sont représentées dans une position conforme aux descriptions. Il y a quelques exceptions, sans doute, mais on en devine facilement les motifs; dans le plus grand nombre de ces exceptions, les animaux n'ont pas été représentés dans la position ordinaire pour pouvoir en placer davantage sur une même planche. Si, dans d'autres figures, Cuvier a donné aux animaux des positions diverses, il l'a fait dans cette intention de montrer plus complétement des parties que l'on eût moins bien vues en leur donnant une position différente.

Lorsqu'on parcourt les planches d'Adanson, il semble qu'en effet ce naturaliste éminemment méthodique soit favorable à la manière de voir de M. d'Orbigny; cependant il y a ceci à remarquer : toutes les coquilles bivalves, quelle que soit d'ailleurs leur station normale dans la nature, sont représentées dans une seule position; toutes sont dirigées le côté antérieur vers le bas des planches. Ainsi beaucoup des espèces figurées par Adanson se trouvent dans une position artificielle, et en cela il est conséquent avec la méthode qu'il a adoptée et appliquée à toute la classe des mollusques. Si les coquilles bivalves figurées par Adanson ne sont pas dans une position diamétralement opposée, cela s'explique, et, pour s'en rendre compte, il faut avoir recours aux généralités

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

que l'on trouve au commencement de l'ouvrage. Voici à quoi cet examen conduit.

Adanson nommait *trachée*, dans les mollusques univalves, le canal charnu cylindrique, plus ou moins long, que l'animal fait saillir par l'échancrure, ou le canal antérieur de sa coquille; ce canal charnu est une dépendance du manteau, et il a pour usage, comme on le sait, de favoriser l'accès de l'eau sur l'appareil branchial. Adanson, comparant à cet organe les siphons des mollusques bivalves, imposa à ceux-ci ce même nom de *trachée;* il crut que dans les mollusques bivalves, les trachées avaient le même usage que dans les mollusques univalves, et occupaient la même position relativement au reste de l'animal. Ainsi Adanson considérait comme antérieure la trachée chez tous les mollusques, et, en conséquence, pour lui, la bouche des bivalves est située à la partie inférieure de l'animal. Adanson était tellement imbu de cette idée, qu'il prend le siphon anal d'un mollusque bivalve pour le conduit par lequel il prend sa nourriture, et fait remarquer cette singularité, que l'anus débouche toujours dans ce canal alimentaire. Il est évident pour moi qu'Adanson s'est laissé dévier des principes qu'il a rigoureusement suivis dans le reste de son ouvrage, par l'application vicieuse d'un même mot à des organes dont les usages, la structure et la position n'ont pas la moindre analogie, chez des animaux dont les différences sont, au reste, assez profondes pour mériter de former deux classes distinctes dans les méthodes. Il est évident que, par suite de cette erreur, Adanson prenait pour antérieures les parties des mollusques bivalves qui sont réellement les postérieures; et lorsque je vois qu'Adanson place systématiquement tous les mollusques dans la position artificielle prescrite par les anatomistes, je suis autorisé à soutenir qu'il n'aurait pas manqué de représenter toutes les coquilles bivalves dans une position absolument inverse. Ainsi, comme on le voit, je fais encore tourner contre M. d'Orbigny le témoignage du célèbre auteur de l'*Histoire des coquillages du Sénégal;* car s'il place dans ses planches la plupart des coquilles bivalves dans une position conforme aux idées de M. d'Orbigny, ce n'est pas pour faire connaître leur manière de vivre, mais bien pour les soumettre à une même position systématique; et je dois ajouter que si cette position n'est pas conforme à celle de M. de Blainville, cela provient de l'erreur que j'ai signalée.

Je pense que la conclusion la plus simple et la meilleure pour la partie de cette discussion à laquelle j'attache le plus d'impor-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tance, doit consister à mettre en regard des paragraphes de M. d'Orbigny copiés textuellement dans sa Note du mois de mars, les textes des auteurs qui s'y trouvent mentionnés. On verra par là que, dans ma défense et dans ma critique, je me suis appuyé sur des opinions bien connues, et je démontrerai que M. d'Orbigny les a pour le moins mal interprétées. Mon but, dans tout ceci, est de défendre les principes sur lesquels la science repose; ces principes attaqués par M. d'Orbigny doivent être maintenus dans leur intégrité, et leur application à la conchyliologie, si heureusement faite par M. de Blainville, a eu pour cette science de trop précieux résultats pour qu'on les abandonne aujourd'hui.

1er *et* 2e *paragraphe de M. d'Orbigny* (*Bull.*, t. XIV, p. 293).

« Après tout ce qu'on a écrit sur la position d'une bivalve, on » pourrait croire que les savants sont d'accord sur ce point impor- » tant de la science; il n'en est pourtant pas ainsi, et l'examen » auquel je vais me livrer des diverses méthodes employées ne le » prouvera que trop.

» Linné, Bruguière, Lamarck et Bosc ont appelé base (*basi*) le » côté du ligament. Pour eux, la partie bâillante de la valve est » en haut : c'est le côté supérieur; etc. »

Comme nous l'avons dit précédemment, Linné donne la définition des termes propres à désigner les diverses parties des coquilles bivalves, à la page 1129 de la 12e édition du *Systema naturæ* (Holmiæ, 1767). Nous transcrivons ici cette description.

« Venerem filiam diones sive concha maris natam finxere poetæ, » hujus typus præcipue determinabit concharum partium meta- » phoricam denominationem.

» Testa bivalvis, æquivalvis, semicordata, rotundata, sub- » incarnata, postice anticeque magis gibba, umbonibus undique » exaratis *striis* transversis, distantibus, parallelis, marginatis, » subrecurvatis, æqualibus : exterioribus obtusioribus : POSTERIUS » alternis altioribus acutioribusque, alternisque abbreviatis mi- » noribus. *Intus* lævis, alba, sub umbonibus fornicata. *Cardo* » sinistræ tridentatus : dentibus approximatis, scrobiculo distinc- » tis : denticulo intermedio compresso, angustiore : lateralibus » divergentibus, crassiusculis, obtusis. *Dextræ* cardo denticulis » duobus, approximatis, compressis inter scrobiculos duos. *Margo* » ambitus obtusissimus, integerrimus. *Nates* recurvatæ, obtu- » siusculæ, apice glabræ. *Anus* impressus, ovatus, lævis, incar- » natus. ANTICE PUBES CILIARIS, utrinque, e natibus ad summum

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

» montis veneris, cingens vulvam spinis e striis alternis tertiisve » testæ ortis, subulatis, depressis, ascendentibus, antrorsum » arcuatis, subtus canaliculatis, superioribus sensim longioribus: » longissimis longitudine ipsius rimæ, etc. »

On remarquera que Linné, en parlant du corselet, dit : *Antice pubes ciliaris;* il mettait donc le corselet en avant, tandis que Lamarck, comme nous allons le voir, le met en arrière.

Dans les généralités relatives aux conchifères, Lamarck, dans son *Histoire des animaux sans vertèbres* (tom. V, pag. 421 de la 1re édition), renvoie, pour tout ce qui concerne la définition des mots conchyliologiques, aux mots Conchifères, Conchyliologie et Coquille, qu'il a publiés dans la dernière édition du *Dictionnaire* de Déterville. En consultant ces articles, je n'ai rien trouvé qui ait rapport à la position que donne Lamarck à la coquille bivalve pour la décrire; mais pour prouver que cette position est diamétralement opposée à celle de Linné, je transcris ici les caractères génériques du genre *Pholade :* « Animal habitant une coquille » bivalve, dépourvu de fourreau tubuleux, faisant saillir *antérieurement* deux tubes réunis, souvent entourés d'une peau commune, et *postérieurement* faisant sortir un pied ou un muscle » court, très épais, aplati à son extrémité. — Coquille bivalve, » équivalve, transverse, bâillante de chaque côté, ayant des » pièces accessoires diverses, soit sur la charnière, soit au-dessous; bord inférieur ou postérieur des valves recourbé en » dehors. » (Lam., *Anim. sans vert.*, tom. V, pag. 442.)

Dans cette phrase caractéristique, le bord supérieur des valves n'est pas désigné d'une manière précise; mais à l'article *Arche* (tom. VI du même ouvrage, pag. 35), on trouve ces mots dans le troisième paragraphe des observations : « Lorsqu'on les renverse (les Arches) et qu'on les pose sur leur bord *supérieur*, elles » présentent l'aspect d'un navire, surtout les espèces qui sont les » plus allongées transversalement, ce qui leur a valu le nom qu'elles » portent. Ces coquilles sont souvent bâillantes à leur bord *supérieur*, parce que l'animal fait sortir par cette ouverture des fils » tendineux qui l'attachent aux rochers. » Il est donc évident que Lamarck place la coquille sur les crochets de la même manière que Linné; mais, contrairement à la manière de Linné, il donne comme antérieur le côté postérieur de celui-ci, et réciproquement.

3e *et* 4e *paragraphe de M. d'Orbigny* (*Bull.*, t. XIV, p. 293 et 294).

« M. de Blainville considère une bivalve dans une position dia-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

» métralement opposée à la position adoptée par les auteurs cités. » Ainsi, le côté supérieur pour Lamarck devient le côté inférieur » pour M. de Blainville, etc.

» M. Deshayes ne suit ni l'une ni l'autre de ces méthodes : il » renverse tout-à-fait une coquille, de manière à placer le côté » des tubes en bas et le côté de la bouche en haut. Pour lui, le » côté de la bouche est antérieur, le côté des tubes est postérieur; » la longueur est, du reste, la même que pour M. de Blainville. »

Voici ce que l'on trouve à la page 390 du *Traité de malacologie* : « Au reste, la question de savoir quelle est la valve droite ou » gauche dans les coquilles équivalves est toujours facile, parce » que le *sommet étant constamment supérieur* et le ligament en » *arrière*, fournissent un point de départ invariable. »

En consultant mon Traité élémentaire, voici ce qu'on lira à la page 338 de l'introduction : « 3° *Les bords des valves*. — On les » distingue en conservant à la coquille la position normale dans » laquelle nous avons jusqu'à présent examiné ses diverses parties. » Lorsque l'on prend le bord dans toute la circonférence de la » coquille, on nomme ce bord, ainsi envisagé d'une manière gé- » nérale, le *contour* de la coquille. Si l'on vient à diviser ce » contour, en rapportant ses quatre parties principales aux divers » plans dont nous supposons la coquille entourée, on aura un » bord antérieur, un bord postérieur, un bord inférieur et un » bord supérieur. L'étendue de ces bords est très variable, et dé- » pend entièrement de la forme de la coquille et de la position de » ses crochets. A cet égard, l'inspection d'une collection de co- » quilles apprendra beaucoup plus que nous ne pourrions le faire » par les plus minutieux détails. Nous dirons seulement que le » bord antérieur correspond à la tête de l'animal, le postérieur à » son extrémité postérieure, l'inférieur à sa partie ventrale, et le » supérieur à son dos. »

Je ne puis pas, je pense, donner de meilleures preuves de l'erreur de M. d'Orbigny, que les citations qui précèdent. Il devient désormais évident pour tout le monde, et contrairement à l'opinion de l'auteur que je critique, que Linné et Lamarck posaient la coquille dans des sens diamétralement opposés, tandis qu'il résulte des mêmes citations que j'ai adopté sans aucun changement la méthode de M. de Blainville. Il devient évident par là *que je ne place pas la coquille sous un angle de* 180°, *ou renversée de manière à placer en bas ce qui, dans la station normale, est en haut, absolument comme un homme qu'on mettrait les pieds en l'air.* (D'Orbigny, *loco citato*, p. 294.)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Je ne terminerai pas ces citations sans rapporter encore textuellement l'opinion de Cuvier, sur laquelle M. d'Orbigny a cherché à s'appuyer. Je lis à la page 149 du tome III de la seconde édition du *Règne animal*, à l'article *Vénus* : « Le liga-
» ment laisse souvent *en arrière* des sommets une impression ellip-
» tique à laquelle on a donné le nom de vulve ou de corselet,
» et il y a presque toujours *en avant* de ces mêmes sommets une
» impression ovale qu'on a nommée anus ou lunule. »

A cette phrase caractéristique est jointe, au bas de la page, la note suivante : « Ce sont probablement ces noms bizarres de vulve
» et d'anus qui ont fait appeler *antérieur* l'extrémité de la coquille,
» où répond le véritable anus de l'animal, et *postérieur* celle où
» est située la bouche; nous avons rendu à ces extrémités leurs
» vraies dénominations. Il faut se souvenir que le ligament est
» toujours du côté postérieur des sommets. »

M. E. Robert lit la note suivante :

Extrait d'une Notice ayant pour titre : *Relations géologiques entre les constructions anciennes et modernes de la Haute-Normandie et celles des fortifications de Paris.*

Les murailles de l'amphithéâtre romain de Lillebonne sont composées d'un massif ou blocage de silex de la craie, cimentés avec de la chaux, après avoir été préalablement débarrassés par le lavage de la craie elle-même ou de la terre rougeâtre qui les enveloppait; elles sont revêtues de pierres taillées seulement sur cinq faces ou en forme de dé; la sixième face, irrégulière, raboteuse, était bien propre à faire corps avec le blocage intérieur; de distance en distance, les assises sont séparées par des lits horizontaux de grandes et épaisses tuiles rougeâtres.

Ces pierres, sur lesquelles je désire principalement attirer l'attention, ne sont autre chose qu'un calcaire concrétionné d'eau douce : c'est un véritable travertin dans lequel on remarque des empreintes de feuilles et surtout des hélices (*Helix nemoralis*) qui n'ont pas encore, chose remarquable, perdu leurs brillantes couleurs depuis si longtemps que ce revêtement est exposé aux intempéries de l'air (1).

(1) Cette roche a été, comme on sait, très recherchée par les Romains. « Les carrières de travertin ont fait de Rome la plus belle ville du monde, » a dit Cuvier. (*Éloge de Werner.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

A une époque beaucoup plus rapprochée de nous, les châteaux de Guillaume-le-Conquérant à Lillebonne même, d'Arques près de Dieppe, etc., furent construits à peu près de la même manière. Dans la dernière de ces demeures féodales démantelées, le revêtement en travertin semble avoir acquis avec le temps une plus grande ténacité, qui résulte sans doute de ce qu'étant exposé aux intempéries de l'air, il s'est opéré à la surface des jointures une nouvelle concrétion calcaire; tandis que le contraire a lieu pour l'hémicycle de Lillebonne, où le revêtement, enfoui depuis plusieurs siècles dans une terre humide, tend à se désunir : aussi rencontre-t-on dans les fossés d'Arques des pans de muraille aussi solides que des rochers.

Maintenant remontons à la source où les Romains et les anciens Normands ont pris les matériaux qui entrent dans la construction des édifices que je viens de signaler.

En explorant les côtes de la Haute-Normandie, j'ai remarqué à l'embouchure des petites rivières qui se jettent dans la Manche un dépôt de calcaire concrétionné qui a la plus parfaite analogie avec la roche employée dans le revêtement des murailles ci-dessus; disons en passant que ce travertin a été évidemment déposé par ces rivières et l'est encore; car indépendamment de ce qu'il se trouve à leurs embouchures, et ne dépasse pas le niveau de leurs eaux, il est sans doute contemporain aussi du conglomérat crétacé formant une roche très solide, immédiatement au-dessus de la craie, sur plusieurs points de la côte, notamment à l'O. de Dieppe.

Attendu le voisinage de ces diverses localités entre elles et l'identité des roches concrétionnées qui s'y trouvent en place ou transportées par les hommes, je suis donc naturellement conduit à supposer que les matériaux de ce genre qui entrent dans le revêtement des murailles de l'amphithéâtre de Lillebonne, des châteaux de Guillaume-le-Conquérant et d'Arques, ont été extraits du bord de la mer, notamment à l'embouchure des petites rivières qui s'y déchargent, telles que celle de Veules près de Dieppe.

Quant au blocage des murailles, il se compose dans les uns et les autres, comme je l'ai déjà dit, de silex provenant directement de la craie, qui aura servi elle-même à faire de la chaux, ou du terrain connu sous le nom de diluvium, si puissant dans toute la Haute-Normandie; il est évident aussi que le sable grossier employé dans le château d'Arques a été emprunté aux bords de la mer; car on y trouve des fragments de coquilles marines qui vi-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vent encore sur nos côtes, et dont les couleurs n'ont pas plus changé que celle des hélices dans le travertin.

Enfin, il ne sera peut-être pas sans intérêt de faire remarquer que les grandes dalles qui forment les marches des escaliers de l'amphithéâtre romain paraissent appartenir au calcaire grossier, dont il existerait, m'a-t-on assuré, un lambeau à l'entrée de la vallée où est située Lillebonne. Mais si je n'ose garantir ce fait que les circonstances m'ont empêché de vérifier, je puis affirmer que parmi les objets trouvés dans les fouilles de l'hémicycle, il existe des moules de *Cerithium giganteum* et de gros nautiles qu'on a pris jusqu'à présent pour des antiquités romaines, et qui m'ont semblé provenir des dalles calcaires en question.

Le Secrétaire pour l'étranger continue la lecture du Mémoire de M. A. Boué sur la *Géologie du globe terrestre.*

M. Angelot commence la lecture d'une notice à lui adressée, de Limoges, le 16 février, par M. Fr. Alluaud, et intitulée : *Sur le granite des Pyrénées.*

Séance du 4 mars 1844.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

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

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Ch. d'Orbigny, la 45ᵉ livraison du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle* dont il dirige la publication.

De la part de M. Damour, 1° sa brochure intitulée : *Nouvelles analyses et réunion de la Mellilite et de la Humboldtilite*, in-8°, 20 pages, 1 pl. (Extrait des *Annales de chimie et de physique*, 3ᵉ série, tome X.)

2° *Analyse de l'Ouwarowite.* (Extrait des *Annales des mines*, 4ᵉ série, tome IV, pages 115 à 118.)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

De la part de M. de Collegno, *Conchiliologia fossile*, etc. (Conchyliologie fossile subapennine, avec des observations géologiques sur les Apennins et les terrains environnants), par Jean-Baptiste Brocchi. 2e édition, 2 vol. in-12 avec un atlas in-4° de 16 pl. Milan, 1843.

Lezioni di geologia, etc. (Leçons de géologie faites à l'Université des études à Naples, à la chaire de géologie, dans les mois de janvier et février 1843), par le professeur intérimaire, M. Arcangelo Scacchi. In-8°, 178 pages. Naples, 1843.

De la part de M. Edward Eichwald, son ouvrage intitulé : *Fauna caspio-caucasia*, in-4°, 290 pages, 40 pl. Pétersbourg, 1841.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1844, 1er semestre, nos 8 et 9.

Bulletin de la Société de géographie, n° 119. Novembre 1843.

Mémorial encyclopédique, n° 166, janvier 1844.

Mémoires de la Société royale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille, année 1841, 1re et 2e parties.

Recueil des travaux de la Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département de l'Eure, 2e série, tome III, année 1842.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, tome XII, 5e livraison, et tome XIII, 1re, 2e et 3e livraisons.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne, tome XVI, mai et juin 1843.

Bulletin de la Société agricole et industrielle du département du Lot, nos 6 et 7 (juin et juillet 1842).

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire, n° 5, 11e année.

Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers, *Travaux du comice horticole de Maine-et-Loire*, 2e vol., nos 17, 18, et 3e vol., n° 19.

Statistique du département de Maine-et-Loire, publiée par la Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers, 1re partie, par M. de Beauregard, in-8°, 276 pages. Angers, 1842.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Statistique horticole de Maine-et-Loire, un vol. in-8°, 210 p. Angers, 1842.

Histoire et Mémoires de l'Académie royale des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse, années 1839, 1840, 1841, tome VI, 1re partie.

Mémoires de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube, nos 81—86.

L'Institut, nos 530, 531.

L'Écho du Monde savant, nos 14—17.

Proceedings of the geological Society of London, nos 77—93, avec la table des matières du volume III, et une liste des membres.

The Athenæum, nos 852, 853.

The Mining journal, nos 444, 445.

Enfin la Société reçoit de la part de M. Lesueur sa planche intitulée : *Vues et coupes du cap de la Hève*, une demi-feuille grand-aigle.

De la part de M. Murchison, sa *Carte géologique d'Angleterre*, une feuille in-4°.

M. Alc. d'Orbigny lit, par suite du procès-verbal, la note suivante en réponse à celle de M. Deshayes, lue dans la séance précédente.

Ma note, à laquelle M. Deshayes répond une seconde fois, a pour titre : *Quelques considérations sur la station normale des coquilles bivalves*. Le but de cette note est de montrer qu'il n'est pas indifférent de représenter arbitrairement une coquille bivalve, puisque la station normale de ces coquilles offre une application directe à la géologie, en donnant des points de comparaison entre les conditions respectives des couches terrestres à l'instant où elles se sont formées.

Je puis donc à bon droit m'étonner de voir M. Deshayes passer de nouveau à côté de la question, soit en invoquant des considérations d'anatomie comparée tout-à-fait étrangères au sujet, soit en interprétant les auteurs de manière à n'emprunter de leurs ouvrages que les passages qui peuvent lui être favorables. Je crois avoir répondu d'avance, par ma dernière note, à toutes ces nouvelles objections. Je me contenterai donc maintenant, pour ne

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pas abuser des instants de la Société, des quelques remarques suivantes :

M. Deshayes, au lieu de se restreindre à la station normale des bivalves, parle des coquilles univalves et de tous les mollusques. C'est répondre à un fait positif par un fait qui lui est entièrement étranger, et embrouiller la question au lieu de l'éclaircir.

M. Deshayes, en citant Cuvier et M. de Blainville, invoque toujours leurs leçons d'anatomie comparée, au lieu de jeter les yeux sur les ouvrages de ces savants où les squelettes entiers d'animaux, soit vivants, soit restaurés, sont représentés dans leur station normale.

L'auteur de la note critique interprète Adanson à sa manière ; mais il n'a sans doute pas remarqué qu'enfoncées dans le sable, dans la vase ou dans la pierre, les coquilles bivalves symétriques ne pourraient pas vivre si leur tube ne venait affleurer la surface du sol. Il n'est donc pas étonnant qu'Adanson, excellent observateur, les ait placées dans une position qui est pour elles une condition d'existence.

En résumé, les seuls faits auxquels j'attache de l'importance, et que tous les efforts anatomiques de M. Deshayes ne pourront changer, sont les suivants :

1° La station normale verticale des bivalves symétriques;.

2° Le besoin de représenter ces êtres dans leur position normale, afin de rétablir cette uniformité de représentation admise pour tout le reste de la zoologie ;

3° L'utilité de cette représentation comme application directe à la géologie, en ce qu'elle donne les moyens de s'assurer si les couches ont été remaniées, ou si elles renferment ces coquilles telles qu'elles ont vécu, circonstances d'une immense portée dans l'explication des causes générales des révolutions du globe.

M. Clément-Mullet, rapporteur de la commission chargée de vérifier la gestion du trésorier pendant l'année 1843, lit le rapport suivant :

Rapport sur les comptes présentés par le trésorier de la Société géologique de France pour l'année 1843.

Messieurs,

Organe de votre Commission chargée d'examiner les comptes présentés par le Trésorier de la Société pour l'exercice 1843, je

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vais avoir l'honneur de vous présenter le résultat de cet examen. Notre tâche a été singulièrement facilitée par l'ordre établi dans la disposition du compte, l'arrangement des pièces produites à l'appui, et surtout par les notes qui accompagnent ces pièces.

RECETTE.

Le reliquat actif du compte de 1842 était de 1,551 fr. 75 c. La recette présumée était portée au budget de 1843 pour une somme de 16,141 fr. 75 c.; elle s'est élevée à 22,676 fr. 50 c. : différence en plus, 6,534 fr. 75 c. Cet excédant porte sur tous les articles. Nous allons les parcourir successivement.

Art. 2. *Cotisations.* — Cet article se divise en quatre parties, qui toutes ont dépassé les prévisions du budget. Nous connaissons tous les difficultés que présente la rentrée des cotisations; c'est contre ces difficultés surtout que les divers trésoriers qui se sont succédé ont toujours eu à lutter. Plus heureux que ses prédécesseurs, M. Viquesnel a obtenu des améliorations très sensibles: ainsi les cotisations ont reçu une augmentation qui se répartit de la manière suivante :

Cotisations	de l'année courante, ci. . .	1,247 fr.	75 c.
	arriérées, ci.	923	
	une fois payées, ci.	1,800	
Total des augmentations obtenues dans les rentrées des cotisations		3,970	75

Les cotisations une fois payées prévues pour un chiffre de 600 fr. se sont élevées à 2,400 fr. Cette somme a été placée en rentes sur l'État, comme nous le verrons au chapitre des dépenses.

Art. 3. Les droits d'entrée ont également éprouvé une augmentation de 360 fr.

Art. 5, relatif aux Mémoires. Il présente la différence la plus notable. Ceci demande une explication : on sait à quel prix avantageux nos Mémoires sont livrés aux membres de la Société. Cet avantage ne pouvait pas s'étendre au-delà du terme du traité fait avec l'éditeur. Ce marché touchait à sa fin. Pressés par le délai de rigueur, un grand nombre de membres de la Société ont acheté au prix de faveur une collection qu'ils auraient payée beaucoup plus cher, en 1844, en s'adressant directement à l'éditeur. Le chiffre de la vente se trouve encore augmenté par la souscription du Ministère des travaux publics à la 2e partie du tome V; telles sont les causes de la recette inaccoutumée, produite en 1843 par la vente de nos Mémoires. Cet article, évalué à 1,000 fr. dans le

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

budget, s'est monté à 2,419 fr. 25 c., c'est à-dire 1,419 fr. 25 c. en plus, y compris 450 fr. reçus du Ministre des travaux publics pour 50 exemplaires de la 2e partie du tome V, livrés au prix coûtant. Mais aussi nous verrons au chapitre des dépenses un excédant pour le chiffre de cet article, et en définitive, nous serons conduits à une balance voisine des 1,000 fr. prévus.

Art. 8. Les recettes extraordinaires relatives aux Mémoires, évaluées à 1,650 fr., s'élèvent à 1,800 fr., en outre des 450 fr. compris dans l'article qui précède. Dans ce total de 1,800 fr. figure une indemnité de 1,200 fr. reçue du Ministère; de telle sorte, messieurs, que nous avons reçu une somme de 1,650 fr. du Ministre des travaux publics, qui, comprenant l'utilité de nos travaux, a voulu les encourager. Qu'il reçoive donc ici l'expression de notre reconnaissance.

Les recettes diverses offrent une augmentation de 84 fr.; les détails dont se compose cet article étant trop minutieux, nous croyons devoir les supprimer.

En définitive, la recette effectuée est de. .	22,676 fr.	50 c.
La recette présumée était de.	16,141	75
Différence en plus.	6,534	75

DÉPENSE.

Les trois premiers articles du chapitre de la dépense sont relatifs au personnel et aux travaux auxiliaires; ils ne pouvaient par conséquent subir aucune variation.

L'article du mobilier donne une diminution de 142 fr. 10 c., et les dépenses diverses une réduction de 24 fr. 95 c.

L'art. 6, des ports de lettres, a été presque doublé. Deux causes ont contribué à l'augmentation de 160 fr. 35 c. qu'il présente:

1° La quantité inusitée de votes envoyés de la province et de l'étranger à l'occasion de l'élection du président;

2° De nombreuses lettres de rappel adressées à des débiteurs qui presque tous ont envoyé des réponses non affranchies.

Art. 7. *Bibliothèque.* — Cet article présente une augmentation de dépense de 36 fr. 55 c.; mais en réalité la dépense est inférieure à la prévision du budget, qui est de 400 fr., parce qu'on y fait figurer une somme de 97 fr. 30 c. pour port d'ouvrages qui nous ont été envoyés pour les remettre à d'autres Sociétés. Cette somme n'est qu'une avance qui doit rentrer dans la caisse de la Société.

Dans cette dépense encore figure le meuble placé au milieu de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la salle des séances, destiné à recevoir les cartes géographiques, en même temps qu'il forme bureau pour les lectures faites en séance.

Les trois articles 8, 9 et 10, qui ont pour objet les impressions et les lithographies diverses, le chauffage et l'éclairage, les collections, présentent des variations trop minimes pour fixer votre attention. Hâtons-nous d'arriver à un article très important, la publication du Bulletin.

Les prévisions pour le Bulletin ont été dépassées de 706 fr. 60 c. Cet excédant provient, d'une part, du développement qu'a pris le 14e volume; le nombre de feuilles d'impression, ordinairement de 35, ayant été porté à 39 1/4. D'autre part, la dépense causée par les procès-verbaux d'Aix s'est élevée à 1,350 fr., c'est-à-dire au quart de la dépense totale. Le retard apporté par les rédacteurs à l'envoi de ces procès-verbaux a rejeté sur l'exercice 1843 une dépense qui devait être à la charge de l'exercice 1842 (1).

A l'occasion de la publication de ce procès-verbal, nous examinerons l'observation quelquefois adressée à la Société d'offrir plus d'avantages aux membres de Paris qu'à ceux qui résident en province. Tous les membres jouissent indistinctement du droit d'envoyer et de faire imprimer leurs communications aux frais de la Société, de payer les Mémoires à un prix très inférieur au prix d'achat, de recevoir le Bulletin gratuitement, et de participer au vote pour la nomination du président. Le seul avantage que les membres de Paris possèdent de plus que leurs confrères, consiste dans la possibilité d'assister aux séances ordinaires et de prendre une part directe dans les discussions scientifiques. Les membres résidant en province trouvent dans les réunions extraordinaires une compensation à cet avantage de position. C'est surtout dans leur intérêt que les fondateurs de la Société ont institué ces congrès annuels, qui établissent des rapports directs entre les membres des divers départements; et quelles que soient les dépenses que ces réunions entraînent, nous ne les regretterons point.

Le port du Bulletin a éprouvé une augmentation de 177 fr.

---

(1) Une lacune que je ne puis m'empêcher de signaler, c'est l'oubli qu'a fait le rédacteur de ce procès-verbal de citer un Lépidoptère dont l'empreinte existe dans un état parfait de conservation dans les marnes gypseuses d'Aix en Provence. L'existence, au milieu de feuilles de palmier de ce papillon d'un genre analogue à ceux qui, aujourd'hui, vivent dans les régions intertropicales, est un fait trop curieux pour ne pas le rappeler. (*Note de M. Clément-Mullet.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

C'était, messieurs, la conséquence forcée de l'accroissement du nombre des feuilles d'impression.

Art. 14. *Achat de Mémoires.* — A l'art. 4 des recettes, nous avons vu les causes qui avaient amené la vente d'un plus grand nombre d'exemplaires des Mémoires que de coutume; il est inutile de les répéter ici. Si cette vente a procuré des recettes abondantes, elle avait avant tout occasionné des dépenses plus considérables. En effet, ces dépenses s'élèvent à 3,909 fr. 25 c.

Il avait été alloué au budget 1,800

Excédant 2,109 25

Dans ce chiffre, figure une somme de 1,237 fr. 50 c. qui ne forme qu'une avance faite par la Société; cette somme, recouvrée en détail, se compose, savoir :

1° Achat de 50 exemplaires livrés au ministère des travaux publics, ci. . . 450 fr. 00 c.

2° Coloriage des cartes géologiques du tome V. . . . 787 50

Ensemble. 1,237 50

Si on déduit cette somme, ci. 1,237 50

Reste en définitive pour excédant de la dépense sur l'allocation. 871 75

Art 15. *Dépenses supplémentaires relatives aux Mémoires.* — Elles se sont élevées à. . . . 2,179

La prévision du budget était de. 1,500

Différence en plus 679

De laquelle il faut retrancher la somme avancée par la Société, et qui figure à l'article des recettes extraordinaires pour les Mémoires. . 515

Reste en dernière analyse. 164

qui proviennent des dépenses relatives à la 2e partie du tome V des Mémoires, déjà sanctionnées par le Conseil.

Art. 17. A l'occasion du remboursement des capitaux de cotisation, nous avons parlé des difficultés éprouvées pour effectuer les recouvrements sur les membres qui demeurent hors de Paris. Ces difficultés entraînent des frais assez forts. M. Viquesnel a été assez heureux pour produire une économie de 268 fr. 55 c. qui mérite d'être signalée. Cette économie provient 1° d'une réduc-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tion sur le change des mandats, 2° de la rentrée de frais de retour sur des effets non acquittés.

Art. 19. Le placement de capitaux en rentes sur l'État, évalué à 600 fr., s'est élevé à 2,386 fr. 80 c. Il a déjà été question de cet objet à l'article des recettes qui traite du remboursement des capitaux de cotisation : nous n'en parlerons plus ici.

Art. 13. Cet article n'a qu'un seul objet. Le Conseil a voté une somme de 1,000 fr. pour faire face aux frais qu'entraînera l'impression du compte-rendu des progrès de la géologie que préparent MM. d'Archiac et de Pinteville. M. le Trésorier a pensé qu'en bonne administration, les fonds votés pour chaque crédit ne doivent point être distraits de leur destination. Pour parvenir à ce résultat, notre Trésorier a placé les fonds votés en un bon de pareille somme sur le Trésor royal.

Art. 20. Dépenses imprévues non portées au budget, 204 fr. Ces dépenses, par suite de rentrées effectuées au profit de la Société, et dont le détail deviendrait minutieux, se réduisent à 123 fr. 20 c. La Commission a pensé que cet article recevrait votre approbation comme il a reçu celle du Conseil.

En résultat la dépense effectuée est de . .	21,597 fr.	30 c.
La dépense présumée était de	15,950	
Excédant.	5,647	30

BALANCE.

La recette totale pour 1843 est de. . . .	22,676	50
La dépense est de.	21,597	30
Conséquemment, reste en caisse à reporter au budget de 1844.	1,079	20

Tels sont, messieurs, les résultats auxquels nous sommes arrivés. Si les dépenses ont été fortes, les recettes l'ont été également; mais enfin la balance présente un actif en caisse de 1,079 fr. 20 c., à quoi il faut ajouter les capitaux placés, la valeur du mobilier et des collections; vous voyez que l'état financier de la Société est en progrès comme son état scientifique.

Le nombre exact des membres est de 432, c'est-à-dire de ceux qui, d'après les dernières délibérations du Conseil, ont été maintenus sur les registres au 31 décembre 1843. Gardez-vous, messieurs, de croire qu'il y ait décroissance sur l'ensemble du personnel de la Société; mais vous remarquerez que nous ne vous

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

donnons que le chiffre précis des membres payant exactement leur cotisation. Au surplus, notre Trésorier se propose de vous présenter, dans une des prochaines séances, des recherches statistiques fort ingénieuses sur les mouvements de la Société. Vous y verrez que son accroissement est soutenu, et que jamais le nombre des membres n'a été aussi considérable qu'aujourd'hui : le chiffre de ceux qui sortent est plus que compensé par celui de ceux qui entrent annuellement. Ayons donc confiance en notre avenir; notre institution continuera à marcher dans la voie de prospérité où elle est entrée. Une société qui a pour devise : *Travail et progrès*, ne saurait manquer de prospérer.

En conséquence, messieurs, la Commission vous propose d'approuver la gestion de votre Trésorier pour l'année 1843, de fixer la recette à 26,676 fr. 50 c., la dépense à 21,597 fr. 30 c., le reste en caisse à 1,079 fr. 20 c., et de le déclarer quitte et déchargé pour ledit exercice de 1843.

DELAFOSSE, WALFERDIN, J.-J. CLÉMENT-MULLET, *rapporteur*.

Les conclusions du rapport sont adoptées par la Société.

M. Rozet communique un travail qu'il a fait en commun avec M. Hossard, sous le titre de *Mémoire sur les causes probables des irrégularités de la surface de niveau du globe terrestre.*

M. Constant Prevost voit avec plaisir que, relativement à l'épaisseur de l'écorce terrestre, MM. Rozet et Hossard arrivent, par le calcul, à des résultats semblables à ceux que les géologues avaient déjà obtenus par des considérations théoriques.

M. Rozet fait observer que les géologues n'auraient pu deviner les inflexions de la ligne de niveau, puisqu'il faut pour cela une précision dans les résultats, à laquelle on ne peut arriver sans le secours du calcul. Il rappelle que M. Puissant, qui a commencé les recherches de ce genre, croyait les déformations de la ligne de niveau beaucoup plus considérables qu'elles ne le sont réellement; et que MM. Plana et Carlini, qui s'en étaient également occupés, n'avaient su à quoi s'en tenir lorsqu'ils avaient rencontré des inégalités dans les plaines aussi bien que dans les montagnes.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Fauverge dit qu'en admettant le système de M. Rozet, on doit nécessairement admettre une grande puissance électro-chimique; car ce n'est que par elle que l'on peut expliquer les mouvements de la croûte du globe, qui ont eu lieu, en même temps, à de très grandes distances. Ces mouvements lui paraissent ne pouvoir être que le résultat de cette puissance.

M. Rozet ajoute que, dans leur travail, ils ont bien été obligés d'admettre la puissance des actions électro-chimiques; mais qu'il n'y a pas encore assez d'observations pour en pouvoir apprécier les effets, même approximativement.

M. d'Archiac demandant si l'action des causes perturbatrices a été constante sur un même point, M. Constant Prevost répond que l'injection de matières denses au milieu d'autres plus légères, et l'augmentation d'épaisseur de l'écorce terrestre, par suite du refroidissement séculaire, lui paraissent des causes de variations.

M. de Wegmann, vice-secrétaire, termine la lecture du travail suivant de M. A. Boué.

Mémoire à l'appui d'un essai de Carte géologique du globe terrestre, présenté, le 22 septembre 1843, à la réunion des naturalistes d'Allemagne à Gratz (1).

Depuis que la géologie est devenue l'étude obligée de tout voyageur curieux de s'instruire, les notions de géographie physique et géologique se sont tellement accumulées, qu'il paraît aussi désirable de les réunir que d'établir la corrélation des faits isolés. Si de vastes portions des continents et la plus grande partie du fond des mers restent encore inconnues au géologue, et même au géographe, la presque totalité des îles et des presqu'îles, ainsi qu'une étendue de côtes très considérable ont été examinées au marteau comme à la boussole, leurs chaînes et leurs rivières décrites, et leur géognosie plus ou moins ébauchée.

Malheureusement ces documents géographiques et géologiques

(1) Cette carte, format grand-aigle, se publie par les soins de M. Andriveau-Goujon, éditeur-géographe, rue du Bac, n° 17, à Paris. Les membres de la Société *seuls* pourront la recevoir franc de port en envoyant à l'éditeur un bon affranchi de 4 francs sur la poste.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ont donné lieu, bien moins à des ouvrages spéciaux ou à de bonnes relations de voyages qu'à des Mémoires isolés ou à de simples notices insérées dans les recueils des Académies et des Sociétés savantes; une plus grande masse encore reste enfouie dans une multitude de journaux périodiques en diverses langues, dont le titre même ne ferait pas toujours soupçonner la nature des matières qu'ils renferment. Qui chercherait par exemple des cartes géologiques dans le journal d'agriculture de la Hesse-Électorale, dans le journal de l'industrie de la Bavière, dans le journal Asiatique, etc. ?

Depuis vingt-huit ans, ayant l'habitude de prendre note de tout ce qui nous paraissait intéressant, et nous occupant depuis quinze ans d'un *Relevé bibliographique général et méthodique des sciences physiques naturelles, géographiques et géologiques,* nous avons dû être amené, avant d'autres peut-être, à reconnaître l'abondance suffisante des renseignements, tant de géographie que de géologie, pour nous aventurer à tracer dès aujourd'hui le croquis grossier d'une carte géologique générale du globe. Néanmoins nous aurions tardé encore à la produire sans les encouragements et l'assistance persévérante du savant géographe viennois, le colonel de Hauslab, notre excellent ami.

D'un autre côté, nous ne pouvons trop regretter qu'on ne cesse de nous enrichir de notes géologiques sans y joindre des esquisses de cartes ; cette manière d'agir ôte aux renseignements une grande partie de leur valeur, puisque très souvent il est de toute impossibilité de suivre de tels détails sur aucune carte. En effet, la topographie de tout le globe dût-elle nous être aussi familière que celle de notre Europe, ce qui certes n'est point, les découvertes géologiques marchant de front avec les progrès de la géographie, on ne saurait demander à nos cartes les détails qu'elles ne peuvent contenir encore. On ne peut d'ailleurs raisonnablement s'attendre à ce que tous les géologues possèdent des cartes aussi détaillées sur les autres parties du monde que sur le pays qu'ils habitent.

Si donc nous avons dû reconnaître de prime abord qu'il n'y avait pas moyen de poursuivre déjà sur une bonne partie de la terre tout le détail des terrains admis aujourd'hui par les géologues, nous avons pu toutefois nous assurer de la possibilité de la tentative que nous risquons, en restreignant nos distinctions aux six classes de dépôts qui suivent, savoir : le *sol schisteux cristallin*, y compris les roches granitoïdes; le *sol primaire* ou intermédiaire,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

y compris le *terrain houiller ancien;* le *sol secondaire;* le *sol tertiaire;* le *sol alluvial*, et les *dépôts volcaniques* et *ignés*.

Sur des cartes d'une plus grande échelle, il serait encore possible d'indiquer par des nuances de couleurs, ou simplement par des signes, les localités houillères anciennes, ainsi que les volcans brûlants, de même qu'un certain nombre de points où abondent séparément les granites ou les siénites, le porphyre ou le trapp, ou bien les trachytes. Au surplus, on comprendra, nous espérons, les raisons qui nous ont déterminé à réunir plutôt le terrain houiller ancien au sol primaire qu'au sol secondaire : outre que les liaisons paléontologiques et géologiques le commandent impérieusement, cet arrangement tend à faire mieux entrevoir l'étendue probable du sol primaire sur le globe.

On a déjà bien de la peine à construire une carte géologique passable de l'Europe; comment oserez-vous, dira-t-on, risquer une telle caricature de la vérité? Pour notre continent, les difficultés ne paraissent déjà plus consister dans la distinction des grands groupes des terrains, mais bien dans la distribution réelle de leurs détails particuliers. Notre essai est donc sur une échelle bien inférieure pour la perfection et le mérite.

Certainement notre œuvre n'excitera que des risées, si on ne peut ou si on ne veut entrer dans nos vues, ou, en d'autres termes, si l'esprit de cette ébauche n'est pas saisi. Or, en géologie comme en géographie physique, il est essentiel de ne point confondre les données de détail avec celles d'ensemble, les minuties avec les généralisations. Ainsi, pour choisir un exemple extrême, un géographe figurant un pays de cent milles géographiques carrés aura pu pourtant donner une idée exacte d'une pareille surface, quoiqu'il ait omis au milieu d'une plaine telle ou telle petite chaîne de quelques lieues. De même, le géologue qui colorie un grand espace de terrain comme sol primaire ou de schistes cristallins, peut indiquer en gros la nature d'une province géologique, tout en n'ayant peut-être aucune notion sur les petits districts secondaires ou tertiaires qu'elle renferme. — D'ailleurs, sans être initié à tous les détails de la géographie géologique du globe, n'est-il pas possible que le géologue découvre, au moyen des faits déjà connus, au moins certaines lois qui ont présidé aussi bien à la distribution des terres et des mers qu'à leur diversité géologique? Si le mathématicien a pu arriver souvent à des formules importantes sans connaître la valeur précise de certains quotients ou de certaines puissances mises en jeu, pourquoi donc une voie

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

analogue ne s'ouvrirait-elle pas au géologue? Mais plus les découvertes s'étendront, plus seront définis et nombreux les faits sur lesquels doit s'exercer sa sagacité, et plus ses généralisations approcheront de la vérité absolue. Certes, si les animaux et les végétaux ont leurs lois de distribution bien arrêtées, ce qu'on appelle communément, quoique improprement, la nature inanimée, n'y est pas moins soumise, si elle ne l'est même plus, comme tendent à le prouver les phénomènes du magnétisme terrestre et les variations du pendule.

Enfin, quoique nos cartes géologiques de l'Europe centrale, comme celles de tout ce continent, aient commencé par des caricatures, ceux qui les ont produites au jour ont bien mérité de la science, et n'ont encouru le blâme que de ces esprits frondeurs qui oublient que la critique est incomparablement plus facile que la mise en œuvre, et que celle-ci est souvent aussi utile que l'autre est fréquemment vaine et impuissante. Toute chose commence par une ébauche, toute invention se perfectionne par degrés, pourquoi donc voudrait-on que les progrès de la géographie physique et géologique suivissent une marche différente? pourquoi remettre à des temps éloignés le commencement d'une œuvre aujourd'hui déjà assez avancée pour faire entrevoir *d'avance* les résultats probables auxquels seront amenés ceux qui l'amenderont et l'achèveront plus tard, en faisant peut-être oublier celui qui en prit l'initiative. Toutes les conquêtes de l'esprit humain ont ainsi leur premier mobile, comme elles ont aussi leurs développements plus ou moins prompts et leur complément définitif.

Nous vous accordons tout cela, me répondra-t-on; mais à l'heure qu'il est comment osez-vous seulement parler d'une carte géologique du globe, avec tous les blancs qui restent encore en géographie et par conséquent *à fortiori* en géologie? Vous ne pouvez prétendre à autre chose qu'à figurer sur votre carte les connaissances aujourd'hui acquises, mais leur liaison vous restera le plus souvent impraticable, car aller au-delà ce serait ne faire que de l'idéal, quitte à surpasser le ridicule de ces gens qui colorient des cartes du fond de leur chaise de poste.

Dans notre manière de voir, ces objections, justes en apparence, n'en sont pas au fond moins banales; à le prendre ainsi, auraient dû se taire, tous les esprits supérieurs qui ont osé publier leurs prévisions à une époque où l'état des sciences ne leur permettait pas de les prouver mathématiquement. Ne voyons-nous pas les recherches géogéniques aboutir aussi bien à constater les imperfections de la chimie actuelle qu'à faire pressentir les décou-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vertes physiques qui restent à faire? Or, de telles déductions *a priori* sont si bien permises au géologue, que déjà plusieurs ont été vérifiées par l'expérience. C'est même un des attributs les plus éminents de notre science, que ces généralisations *a priori* sur des points qui intéressent des sciences si diverses ; et sourient à cette prétention de devin, ceux-là seuls qui méconnaissent la portée des inductions géologiques, ou qui, étrangers à ses développements journaliers, la croient déjà fixe et stéréotypée. Si aucune étude n'a enfanté autant de rêves, aucune autre non plus n'a autant devancé les découvertes des diverses branches de la science, et n'a demandé autant d'efforts d'imagination ; or, celle-ci dût-elle s'égarer souvent, en tant que solidaire de la faiblesse humaine, elle n'en doit pas moins çà et là frapper au but, et devancer quelquefois l'investigation rigoureuse des faits.

Comme exemples de conceptions *a priori* confirmées plus ou moins par l'expérience, il nous suffira de citer ce que des géologues ont osé avancer à diverses époques sur la chaleur intérieure du globe, sur l'origine diverse des tremblements de terre, sur le mode de formation d'une foule de minéraux et de roches, sur l'identité de l'électricité et du magnétisme, sur la commune origine de la lumière et de la chaleur, sur les rapports intimes de ces derniers principes avec ceux de l'électricité et du magnétisme, sur les découvertes chimiques à faire sur les métaux, sur la réduction probablement considérable du nombre des substances élémentaires des chimistes, etc., etc. (Voyez *Études progressives d'un naturaliste*, par M. Geoffroy Saint-Hilaire, 1833. Part. 4.)

D'une autre part, nous croyons même pouvoir prendre la défense de ces voyageurs qui font de la géologie avec la lunette d'approche, car ils ne font en cela qu'imiter leurs confrères les géographes. Si plusieurs peuvent s'être trompés gravement, d'autres plus heureux ou plus habiles auront pu déduire quelques faits vrais de ce mode aventureux d'exploration. Nous avons acquis ainsi sur tel ou tel pays des notions désirables bien plus tôt que nous ne les eussions obtenues sans ce qu'on se plaît à caractériser comme des observations faites en l'air. En effet, beaucoup de terrains se distinguent les uns des autres par la forme de leurs montagnes, le genre de leurs escarpements, l'aspect de leurs roches, la position de leurs couches, etc.; certaines roches prises isolément ont même une configuration à elles ou des accidents tout particuliers, de telle sorte que l'œil exercé ne s'y trompe guère. Telle est l'importance et l'utilité de l'étude des rapports des roches et des terrains avec les variations de la configuration du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

relief terrestre; mais tous les géologues ne reconnaissent pas cette importance ou ne s'en doutent même pas : tout comme on voit de très savants cristallographes qui, en plein champ, ne savent pas reconnaître une pierre d'avec une autre (1).

Enfin, si Cuvier et ses continuateurs ont pu déterminer le genre et même l'espèce des animaux éteints par des ossements souvent tronqués et isolés, nous sommes intimement convaincu que la géographie physique et géologique a des moyens presque aussi certains, des *inductions d'analogie* tout aussi probantes pour arriver à la solution de bon nombre de ses problèmes les plus ardus, tout comme pour établir quelque chose d'assez voisin de la vérité. Nous oserons même demander si les zoologistes ne peuvent pas se tromper plus souvent que le géologue, vu les exemples assez fréquents d'erreurs commises par les premiers, et les controverses sur le genre, ou même l'ordre, auquel appartiennent certains ossements fossiles. Le géologue n'a-t-il pas des caractères, des indications, des analogies bien plus saillantes, bien moins capables de tromper l'œil? Nous le croirions presque. Or, notre conviction n'est plus, comme il y a quelques années, une simple conviction morale, depuis que divers voyages ont confirmé de tous points ce que nous avions osé conjecturer, nous et d'autres, sur la constitution géologique probable de certaines contrées alors inconnues.

Parmi les exemples les plus probants en ce genre, nous citerons notre description du bassin de l'Euphrate, vérifiée par M. Ainsworth (voyez notre *Guide du géologue voyageur*, v. II, p. 361), et notre prédiction que le pied de l'Himalaya devait être bordé de molasse comme la chaîne des Alpes. Appelé, en 1829, à analyser des notes géologiques assez peu complètes sur ces montagnes de l'Indoustan, certains indices nous indiquèrent que nous pouvions réellement suppléer à l'insuffisance des connaissances du voyageur

(1) Je ne puis m'empêcher de citer ici une anecdote qui m'est particulière, quoiqu'elle ne soit peut-être pas tout-à-fait à sa place : Un cristallographe éminent me demanda un jour un morceau de dolérite d'Écosse, qu'il désirait, disait-il, étudier; cependant il en avait déjà un modeste échantillon de 5 kilog. sous les yeux, dans lequel il s'était plu à déterminer, *très à loisir*, les cristaux d'une belle druse de chaux carbonatée. Or ce cristallographe n'était rien moins que le célèbre Haüy, cet esprit supérieur, à qui seul, quoi qu'on écrive ici, nous devons l'épuration rationnelle de la cohue des espèces de Werner, et dont les savants ouvrages servent encore de modèles à tous ceux qui s'occupent de simplifier ou de préciser l'étude des cristaux.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dont nous examinions l'ouvrage, en avançant de nous-même ce fait intéressant. (Voyez *Bulletin universel de Férussac*, Mém. de Herbert et Cautley, 1830, W. I, V. 20, p. 58 et 59. *Sciences nat. et géolog.*)

Or, pendant que nous idéalisions ainsi de la géologie indoustane, un autre géologue parcourait cette contrée, et fut un jour bien étonné, en recevant son bulletin, d'y lire en toutes lettres, et datée de Paris, une découverte qu'il croyait avoir faite le premier tout récemment. (Voyez *Gleanings in science*, Calcutta.)

La principale base de telles présomptions ou déductions géologiques est, avant tout, *la connaissance exacte de la géographie physique d'un pays;* au contraire, le manque de ces notions préliminaires est la plus grande pierre d'achoppement pour tirer l'horoscope géologique d'une contrée non examinée au marteau. Lorsqu'on connaît les chaînes, les bassins, les grands cours d'eau d'un pays, et qu'on a sous les yeux le tableau exact de leurs différences de configuration et de niveau, on peut déjà s'aventurer à quelques probabilités géologiques, en allant du connu à l'inconnu.

Ainsi, sachant en gros la composition géologique des chaînes du Pérou et du Mexique, on peut, d'après les notions de géographie physique sur les Montagnes Rocheuses, y soupçonner aussi une bande centrale de schistes cristallins. Une présomption semblable s'établit sur ce que la géographie nous a appris jusqu'ici touchant les chaînes formant de l'O. à l'E. le bord méridional des grands déserts asiatiques, depuis le Turkestan indépendant jusqu'en Corée.

En comparant l'ossature centrale de l'Asie, depuis le Taurus et le Caucase jusqu'à la mer Pacifique, avec les Alpes et leurs ramifications, on ne peut s'empêcher d'y reconnaître deux pendants d'un même ensemble. D'abord, dans les deux continents se présente, entre deux énormes cavités occupées par des mers, une grande crête centrale de schistes cristallins et de roches granitoïdes, qui se bifurque à ses extrémités et y offre des dépôts primaires (intermédiaires) et secondaires, roches qui se trouvent aussi au N. Si l'Asie-Mineure représente en quelque sorte les Pyrénées ainsi que l'îlot ancien et en partie igné de la France centrale, les bassins hongrois et styrien entre les bifurcations des Alpes sont en petit ceux de la Chine, comme celui du Bas-Danube a son analogue dans celui du Tonkin, tandis que certains bassins de la Turquie d'Europe seraient représentés par ceux de la presqu'île au-delà du Gange.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ensuite, on retrouve dans les épaulements de l'arête centrale asiatique les mêmes chaînes secondaires que dans les Alpes; il suffit de citer le Taurus, le Caucase, l'Elbrous, l'Indou-Koutch, l'Himalaya, les montagnes du Nepaul, du Boutan et du Thibet, avec la protubérance continentale de la Tartarie.

De plus, des dépôts tertiaires forment dans les deux continents des bassins isolés dans les chaînes, comme de basses hauteurs entre la zone secondaire et la plaine tertiaire et alluviale. De cette manière encore, les déserts du Turkestan et de la Mongolie ne seraient autre chose que la grande vallée tertiaire et alluviale au N. des Alpes, de même que les larges vallées du Gange et de l'Indus inférieur rappellent celles du Piémont et du royaume Lombardo-Vénitien; tandis que les bassins de l'Euphrate supérieur, de Caboul, de Cashmire, de Ladak, de Lassa, etc., trouvent leurs contre-parties dans les cavités tertiaires isolées de Bellune, de la Carinthie, de la Mur supérieure, de l'Inn supérieur, etc.

Mais la similitude ne s'arrête pas là; car si les alpes calcaires d'Asie renferment des bassins tertiaires isolés comme celles de l'Europe, d'autre part, la place des passages ouverts par la nature dans ces chaînes, celle des artères du commerce et de la stratégie, ainsi que celle des grands centres de civilisation et de puissance se retrouvent précisément dans les mêmes lieux. Ainsi les bassins circonscrits de la Perse, du Thibet, de Cashmire, etc., sont des faits bien connus; les cols de l'Indou-Koutch sont le pendant des cols si fréquentés des Alpes suisses et savoisiennes; Delhi est Milan, Calcutta est Venise tout comme Bombay est Gênes. Dans les deux continents, le sort des plaines a dépendu souvent des peuples campés sur les montagnes qui les dominent.

Au N. de l'énorme protubérance asiatique, nous retrouvons, dans l'Altaï, en-deçà de la cavité du désert, un massif schisteux cristallin et primaire (intermédiaire), comme il s'en présente un en Europe au N. de la dépression tertiaire bordant les Alpes. En Asie comme en Europe, des dépôts secondaires et alluviens séparent ces derniers des grands massifs plus anciens qui forment le N. de ces continents. Puis au S. nous pouvons opposer avec tout autant de raison l'Espagne à l'Arabie, la Corse, la Sardaigne et l'Italie à la presqu'île de ce côté du Gange, et la péninsule turco-grecque à la presqu'île au-delà du Gange. Un coup d'œil sur notre carte fait voir les analogies géologique et de position de ces pays; des accidents particuliers et locaux la défigurent seuls, en découpant différemment ces continents et en distribuant de deux manières ces terres et ces eaux.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Pour les mêmes raisons de position et de composition géologique, les Alpes occidentales et maritimes peuvent se comparer à l'embranchement de montagnes à l'O. de l'Indus, ramification nommée par M. Elphinstone chaîne de Soliman, et qui paraît n'être que le prolongement de la chaîne de Bolor. Or, cette arête N.-S. lie d'une manière remarquable le système E.-O. des rides asiatiques avec les massifs au N. des grands déserts centraux. Ne pourrait-on pas de même en Europe relier en quelque sorte aux Alpes occidentales et à la bande ancienne du Rhône et de la Saône les terrains anciens de la Forêt-Noire, de l'Odenwald et des Vosges?

En dehors de ces immenses bosselures de l'Europe et de l'Asie se trouvent, environ dans les mêmes places, d'énormes enfoncements, tels que la mer Baltique et la Méditerranée, les environs de la mer Caspienne et de la mer d'Aral, ou bien de grandes étendues de pays bas, comme dans le N.-O. de l'Europe et la Sibérie.

Il en est de même des dépôts qui sont le résultat des anciennes éruptions ignées, ayant accompagné ou suivi les soulèvements des chaînes de ces deux continents, événements qui ont porté à leurs cimes des bancs coquillers secondaires. Si le grand district trappéen-basaltique de l'Indoustan est la matière souterraine en fusion qui a pu s'échapper de dessous les masses soulevées, comme par une soupape de sûreté, il représente les grandes éjaculations de serpentine et de trachyte de l'Italie et de la Turquie, et occupe leur place. D'un autre côté, les volcans et les dépôts volcaniques de la Méditerranée et de l'Archipel, ainsi que ceux de la Hongrie et de l'Asie-Mineure, ont leurs pendants dans ceux du pays de Cutch, des îles de la Sonde, des archipels de la mer Malaise, du Japon et du Kamtchatka.

Au N. des Alpes, il n'est sorti au milieu du sol tertiaire que des buttes ignées très isolées; le même accident paraît s'être répété en Asie, où les lacs à borate de soude, particulièrement celui de Tinkal dans le Thibet, ainsi que des dépôts lacustres, seraient dans quelques rapports éloignés avec les fumaroles, ou vapeurs chaudes d'acide borique de l'Italie centrale, comme avec la formation des travertins de cette péninsule. — Plus loin des Alpes, nous voyons surgir sur des sols anciens les régions volcaniques de l'Eifel, des bords du Rhin, du N.-O. de l'Allemagne et de la Bohême septentrionale; tandis qu'en Asie nous trouvons les groupes élevés semblables de l'Ararat, du Caucase, du Demavend, les trachytes entre la mer Caspienne et la mer d'Aral, enfin une zone volcanique aux environs du lac Baikal.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Si on veut même reconnaître en Asie les places des éruptions porphyriques plus anciennes qui caractérisent le Palatinat du Rhin, le Thuringerwald et l'Erzgebirge, il faut les chercher dans les steppes des Kirghiz et dans l'Altaï.

Enfin, les richesses métallifères de nos deux continents ne sont point accumulées dans leurs arêtes principales, mais bien au contraire dans leurs branches secondaires, et surtout dans celles du N.; les montagnes de Kuznek, l'Altaï et les montagnes de la Daourie représentant les montagnes des bords du Rhin, le Harz, l'Erzgebirge et les Carpathes. Or, la liaison des dépôts métalliques et de ceux qui proviennent de la sortie des roches ignées une fois admise, cette particularité citée démontrerait que primitivement il y a eu de grandes éruptions au N. de nos rides centrales, mais que plus tard leurs lieux d'éjaculation se sont déplacés, pour échanger enfin tout-à-fait le versant N. contre le revers méridional.

Nous pouvons donc conclure avec assurance que si les peuples d'Europe et d'Asie, de même que leurs langues, dérivent d'une seule souche, la géographie physique et géologique de ces continents constitue un ensemble d'une conformité surprenante; tandis qu'il diffère du tout au tout de la géographie physique et géologique de l'Afrique et de l'Amérique, dont les populations originaires ne sont nullement venues d'Asie, quoiqu'elles aient pu profiter avec le temps des connaissances asiatiques.

Un axiome ancien de la géologie est que *la nature géologique d'une chaîne ou même d'un continent étant connue, celle de leur prolongement l'est aussi.* Ainsi la connaissance des terrains crétacés de la Croatie, de la Dalmatie et de l'Albanie entraînait nécessairement celle du sol de l'Herzegovine, du Montenegro, de la Croatie turque, et d'une partie au moins de la Bosnie, car les mêmes chaînes parallèles constituent ces divers pays. De même, quelques coupes transversales de l'Albanie ont pu décider la géologie de toute cette province, formée de rides dirigées presque dans le sens de sa plus grande longueur. D'un autre côté, la presque totalité des détroits des mers n'étant, comme les lits des fleuves, que des fentes ou concavités d'érosion au milieu d'une même série de couches, il s'ensuit qu'on doit retrouver sur leurs deux bords une identité de dépôts : ainsi, si nous revoyons dans le N.-O. de l'Irlande et dans les Orcades le sol de la Haute-Écosse, si la pointe N.-E. de la Sicile forme un tout avec la Calabre méridionale, si les terrains de la Corse se prolongent en Sardaigne, si les mêmes roches bordent les rivages de la Manche comme ceux de la mer Rouge, ou rétrécissent le détroit de Gibraltar, les formations de la Turquie

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'Europe passent dans l'Asie-Mineure, celles de la Crimée dans le Caucase, celles de la Perse orientale dans le Beloutschistan, celles de l'île de Cuba dans la Jamaïque, etc. C'est encore ainsi que nous voyons le détroit de Behring séparer des chaînes ou des couches anciennes semblables, tout comme le détroit de Bab-el-Mandel établit une simple rupture volcanique N. O., S. E. entre la chaîne principale de l'Afrique centrale et l'ancienne crête de l'Arabie méridionale.

La plupart des grandes îles sont liées de la même manière aux continents. Ainsi, si le terrain primaire et schisteux de la Norvége se prolonge sous la mer au Spitzberg par les îles Cherry, les formations de l'Oural se continuent dans les îles de la Nouvelle-Zemble; le sol primaire de la Russie baltique forme aussi les îles de Dagoe et d'Oesel, et les roches secondaires récentes de l'Espagne orientale se revoient dans les îles Baléares. Les mêmes rapports s'établissent entre la chaîne ancienne de l'Olympe et du Pélion, et une partie des îles de l'archipel Grec; entre le système secondaire du Péloponèse et l'île de Candie; entre les côtes de l'Asie-Mineure, Chypre, Rhodes et ses autres îles littorales. — L'île de Socotora, n'étant que le prolongement de la pointe voisine africaine, partage probablement sa nature géologique, comme l'île de Ceylan celle de la pointe voisine de l'Indoustan, comme la Terre-de-Feu celle de l'extrémité de l'Amérique méridionale, et comme la Terre-de-Van-Diemen celle du continent voisin de la Nouvelle-Hollande.

De même se trouvent en liaison physique et géologique l'île de la Trinité avec la chaîne côtière de Cumana, les îles du golfe de Saint-Laurent avec la terre ferme voisine, les nombreuses îles des mers arctiques avec le continent américain du Nord et le Groënland, la Nouvelle-Hollande septentrionale avec la Nouvelle-Guinée, les chaînes de la Cochinchine et de Siam avec celles de Bornéo, les montagnes et les dépôts du Kamtschatka avec les îles japonaises, les couches secondaires de la Léna avec celles des îles de la Nouvelle-Sibérie.

Si plus d'un savant a présenté comme des parties de zones ignées continues les îles Aleutes, Formose, les Philippines, les Molucques et les îles de la Sonde, un prolongement semblable d'autres terrains anciens et modernes paraîtrait lier à la Nouvelle-Guinée les archipels suivants, savoir : ceux de la Nouvelle-Bretagne, de la Nouvelle-Irlande, des îles de Bougainville et de Salomon.

On voit par ces aperçus quelles lumières se repandent ainsi sur

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la configuration de parties considérables du *fond des mers*, ainsi que sur leur nature géologique; or, cette étude est tout aussi intéressante et tout aussi importante pour la géodésie du globe que le relevé soigné des continents; mais elle n'est encore qu'entrevue et demeure réservée surtout à l'ingénieuse persévérance de nos descendants. En effet, jusqu'ici nous ne faisons que soupçonner que le fond des mers présente à peu près en creux une configuration semblable en général au relief des continents; puis nous croyons savoir par des sondages, à la vérité encore peu nombreux et faits pour la plupart non loin des côtes, que les plus grandes profondeurs des mers ne dépassent pas l'altitude de nos plus hautes montagnes, que certaines mers sont plus profondes que d'autres, que les grandes le sont en général plus que les petites, et, enfin, nous possédons déjà des cartes imparfaites du fond des mers d'Europe, de quelques autres points de la surface aqueuse du globe, et en particulier de plusieurs rivages importants pour la navigation.

Mais combien de données nous manquent encore pour être sûrs de la réalité de nos déductions générales! combien de questions importantes restent irrésolues ou même seulement entrevues! combien d'observations et de temps seront nécessaires pour arriver à leur solution! Ainsi où en seraient déjà la géodésie et la géologie, comme leurs systèmes, si on pouvait se prononcer sur les sujets suivants, savoir: l'utilité ou l'emploi probablement multiple de la mer pour le globe; l'identité complète ou la simple approximation des formes entre le relief des continents et celui du fond des mers; la direction, les embranchements, la distribution et la configuration peut-être particulière des chaînes et des hauteurs sous-marines; la probabilité de la non-existence de nos vallées dans les grandes profondeurs des mers; la présence dans ces lieux de grands bassins cratériformes; le genre de défilés, de pentes et d'escarpements, ainsi que les localités des vallées véritables sous-marines ou des lits de courants; la connaissance des parties du fond des mers qui peut-être n'ont point été recouvertes de dépôts; l'appréciation des terrains géologiques qui ne peuvent pas s'y trouver; la connaissance de ceux qui y existent, leur distribution et leurs fossiles; la distinction des terrains qui probablement n'ont jamais été émergés, d'avec ceux qui ont dépassé la surface des eaux pour être plus tard engloutis; les dépôts divers qui ont pu se former et se forment encore à différentes profondeurs, comme sur les rivages; la diversité de ces derniers sous les zones et les climats différents du globe, etc. Comme les eaux couvrent la majeure partie de la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

terre et que les continents n'en forment qu'une petite portion, ces derniers fussent-ils tous étudiés, ce qui n'est pas, nous voyons à quelle distance énorme nous nous trouvons encore de la connaissance entière de notre planète. Il est même douteux que l'humanité y arrive un jour, malgré la cloche des plongeurs, la sonde, les instruments encore à inventer, et les encouragements des sociétés savantes ou des gouvernements.

Revenant maintenant aux continents, si nous appliquons à l'intérieur de ceux qui sont peu connus ou inconnus notre principe du prolongement des chaînes et des mêmes terrains, le peu que nous savons sur la géographie et la géologie de l'Amérique et de l'Afrique nous permettrait cependant déjà de penser que des formations primaires (intermédiaires) flanquent de deux côtés une grande partie des Montagnes-Rocheuses, comme aussi une portion considérable des grandes Andes de l'Amérique méridionale, tandis qu'en Afrique les mêmes terrains bordent probablement, sauf quelques interruptions, toute la côte occidentale depuis Sierra-Leone jusqu'au cap de Bonne-Espérance. On aurait donc ainsi, dans ces continents, une composition géologique des chaînes aussi différente de celle des Alpes et de la chaîne centrale de l'Asie que le sont leurs directions.

Dans l'Asie occidentale, la connaissance des terrains de la Syrie et de quelques parties de la Perse devait amener à reconnaître l'étendue énorme des dépôts secondaires récents dans cette portion du globe, en même temps que la géologie de l'Arabie pouvait presque être faite avec ces données, jointes aux relevés géologiques de l'Arabie-Pétrée, de l'Égypte, de la Nubie et de l'Abyssinie.

De même, l'existence bien constatée des formations houillères anciennes et secondaires en Chine tendrait à rendre probable que de semblables dépôts forment, plus ou moins parfaitement, le pourtour des grands bassins tertiaires et alluviens des trois fleuves principaux de cet empire, en séparant les plaines des chaînes primaires et des schistes cristallins.

L'identité de direction des chaînes, comme leur parallélisme, permettent de rapprocher jusqu'à un certain point leur constitution géologique; tel est l'énoncé d'une proposition jusqu'ici inaperçue, qui ne serait qu'un corollaire nouveau de la théorie formant les montagnes par soulèvement; tandis qu'elle se démontre tout aussi aisément sans ce système comme avec tout autre, si du moins on accorde que les chaînes n'ont pu être formées toutes ensemble, ce qui du reste est évident par la position relative des diverses formations. Si cette idée est fondée, on voit que nos déductions devien-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nent des clefs commodes pour reconnaître *a priori* la géologie d'un pays à la simple inspection d'une carte géographique exacte. De plus, cette manière d'anticiper les découvertes pénibles des voyageurs devra conduire d'autant plus sûrement à la vérité, que les terrains composant les rides seront plus anciens et moins recouverts. En effet, plus les formations des montagnes ou les soulèvements remontent à des temps reculés, moins ces créations ou ces mouvements du sol ont pu embrasser de dépôts divers, et *vice versâ*.—Mais si des couches récentes ont encroûté des chaînes de terrains anciens en entier, en partie ou sur les côtés, ou si ces chaînes ont subi des dislocations postérieurement à leur formation, de bonnes cartes géographiques permettront même le plus souvent d'apercevoir ces additions postérieures au relief principal du sol, sur la géologie probable desquelles pourra ensuite s'exercer, d'après les analogies, la sagacité des observateurs.

Supposant même un moment que la théorie du soulèvement des montagnes ne fût pas vraie, il n'en resterait pas moins le fait certain que *souvent une même nature géologique est propre aux chaînes parallèles voisines, séparées par des bras ou des détroits, des vallées, des dépôts ignés ou des bassins secondaires ou tertiaires.*

Comme exemples du premier genre, on peut citer les Hébrides extérieures et le N. de l'Écosse, le Cornouailles, la Bretagne et le N.-O. de l'Espagne, la Suède et la Finlande, les péninsules italique et greco-slave, le Maroc et le S. de l'Espagne, les deux bords de la mer Rouge et du golfe Persique; le Groënland occidental et le continent américain voisin avec ses îles, la Californie et l'Amérique adjacente, la presqu'île de Malacca et Sumatra, la Nouvelle-Guinée et le N.-E. de la Nouvelle-Hollande, le S.-E. de ce continent, la Nouvelle-Calédonie et la Nouvelle-Zélande, Madagascar et le continent africain voisin.

Pour les autres genres de séparation de chaînes parallèles, on peut présenter comme un même tout, coupé par des vallées, le Jura français et suisse, les Carpathes secondaires, les chaînes de la Servie occidentale et de la Bosnie, celle des Alpes secondaires, etc. Puis on peut opposer les chaînes des bords du Rhin entre Bâle et Francfort avec le mont igné du Kaiserstuhl, et des roches tertiaires entre elles, les montagnes de la Guyane et du Brésil, séparées par le bassin récent de l'Amazone, l'Himalaya et les chaînes dirigées environ O. E. au S. du Gange coulant sur un sol tertiaire et alluvial, etc.

Si donc notre proposition est exacte pour des pays examinés géologiquement, nous pouvons nous y fier aussi pour des contrées

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

inconnues et croire aveuglément ce que la théorie nous prédit d'avance ; mais pour des chaînes peu connues, nous nous exposons à tirer des conclusions fausses, au cas que leur direction ne soit pas bien fixée.

Passant maintenant *à l'identité de direction et de constitution géologique de chaînes non parallèles*, nous en trouvons d'abord un remarquable exemple dans les chaînes centrales *courant presque O. E.*, en Europe (Alpes principales, chaîne du S. de la Transylvanie, Balkan) et en Asie (Taurus, Paropamisus, Indou-Kousch, Kuenlun, Himalaya, les monts du Ciel, l'Inschan et la chaîne chinoise S.). L'Afrique médiane offrirait un cas presque analogue, puisque le peu que nous en savons y rend probable aussi l'existence d'une chaîne schisto-granitoïde, qui traverserait tout ce continent de l'O. à l'E., et qui serait flanquée, si ce n'est partout, du moins çà et là, de dépôts secondaires récents et de terrains tertiaires.

Dans l'Amérique méridionale nous pouvons y annexer encore la Parime, la chaîne côtière de la Nouvelle-Grenade, et même la chaîne sous-marine qui forme la base des îles volcaniques et madréporiques de l'Océanie.

Pour la *direction environ N.–S.* on pourrait rapprocher les chaînes suivantes : certaines crêtes du N. de l'Angleterre, une partie des chaînes de la Norvége, des bords du Rhin moyen, de la France centrale et de la Corse, l'Oural, la chaîne de Kuznek ou l'Altaï occidental, la chaîne de Soliman à l'O. de l'Indus (par analogie), certaines chaînes à l'E. du Jenisei et de la Léna en Sibérie, certaines cordilières du Nouveau-Mexique, de Bolivia et du Chili, quelques chaînes du côté occidental de l'Afrique méridionale et de la presqu'île au-delà du Gange. En effet, toutes ces chaînes offrent, outre la même direction, une identité de terrains anciens et primaires, de dépôts ignés, de gîtes métallifères, ainsi que, dans beaucoup d'entre elles, certaines formations secondaires adossées.

Pour les chaînes ayant une *direction environ N.-E., S.-O.*, on trouve des ressemblances géologiques frappantes entre l'Irlande, l'Écosse, une partie de la Scandinavie, la Finlande, certaines chaînes des bords du Rhin inférieur, de la Saxe, de la Bohême et du S. de l'Espagne, les montagnes au N. et au S. de Kokan, l'Ala-Dagh et l'Ak-Dagh, l'Altaï et ses dépendances orientales, les chaînes de la Chine septentrionale, la chaîne orientale de l'Indoustan anglais, quelques chaînes entre Hérat et Candahar, la chaîne principale des Alleghanys, les monts Ozark, certaines

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

chaînes de la Colombie et du Brésil, les chaînes du S.-E. de la Nouvelle-Hollande, ainsi que leurs rides parallèles dans la Nouvelle-Zélande; enfin, par simple analogie, l'île de Madagascar et les montagnes de la côte voisine de l'Afrique. — Ce groupe nombreux de chaînes offre les mêmes roches schisteuses anciennes, les mêmes terrains primaires, les mêmes dépôts porphyriques ou dioritiques et les mêmes genres de formations métalliques.

Quant à la *direction environ N.-O.*, *S.-E.*, on peut associer, à cause de leurs terrains tertiaires, secondaires supérieurs, leurs dépôts tertiaires particuliers, leurs roches ignées *sui generis* (serpentine, diorite, euphotide) et leur métamorphisme particulier (*verrucano*, marbre, gypse, etc.), les chaînes suivantes, savoir : certaines parties du N.-O. de l'Allemagne et des Apennins, des portions inférieures des Pyrénées espagnoles, les chaînes occidentales de la péninsule greco-slave, les Carpathes orientales, les chaînes de la Crimée et du Caucase, certaines arêtes des États barbaresques, les chaînes bordant la fente de la mer Rouge, ou plutôt ses rives granitoïdes et schisteuses, une partie des montagnes de la Syrie, la chaîne dite des Échelles entre la Mésopotamie et la Perse, certaines chaînes à l'O. de Hérat, d'autres chaînes du Turkestan, de l'Himalaya occidental, le Karagorum et le Katschi, les montagnes du pays de Cutch, certaines rides du Mexique, du Guatemala et de Cuba.

Un cinquième groupe de chaînes composées de schistes cristallins et de roches massives cristallines offre une *direction environ O.-N.-O.*, *E.-S.-E.*, et comprendrait le Riesengebirge, le Rhodope, les Pyrénées centrales, les Ballons des Vosges, certaines montagnes de la Bretagne et des Alleghanys occidentaux, des arêtes du Canada au N. des Grands Lacs, etc.

Un sixième groupe, dont la *direction est environ E.-N.-E.*, *O.-S.-O.*, est formé par des montagnes dont la composition offre autant de roches primaires que de schistes cristallins. Telles se présentent la chaîne de Vindhya dans le N. de l'Indoustan anglais, certaines chaînes de la pointe méridionale de l'Afrique, certaines rides de l'Espagne, ainsi que le Hundsruck.

Un septième groupe plus nombreux avec une *direction environ N.-N.-E.*, *S.-S.-O.*, est constitué par une partie des montagnes de la Norvége septentrionale, par les Alpes occidentales, les Carpathes occidentales, la chaîne entre la Transylvanie et la Hongrie, certaines chaînes de l'Espagne, l'arête de la Calabre méridionale et du N.-E. de la Sicile, le Haut-Atlas du Maroc, certaines chaînes des Andes de la Nouvelle-Grenade, certaines chaînes côtières du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Brésil, quelques chaînes de la Daourie chinoise et de la Mantchourie. En effet, toutes ces chaînes montrent le terrain crétacé soulevé sur des schistes cristallins ou des roches granitoïdes, ou à côté de pareils dépôts, et çà et là le sol tertiaire est même bouleversé. Les chaînes où ces accidents ne se trouvent pas réunis sont des arêtes maritimes, pour lesquelles on est en droit de supposer que leurs flancs ont souffert de grandes destructions.

Enfin, un huitième groupe ayant une *direction environ N.-N.-O., S.-S.-E.* et des roches surtout très anciennes, contient les deux grandes chaînes de l'Amérique arctique et leurs dépendances parallèles, une partie des Andes et des Cordilières du Brésil occidental, les Gates occidentales de l'Indoustan, certaines chaînes de la presqu'île au-delà du Gange, la chaîne de Bolor, entre Samarcande et Yarkend, etc.

Pour faire de la géologie *a priori*, la connaissance de l'*hydrographie* d'un pays est une autre source de renseignements tout aussi essentielle que l'*orographie*. En effet, d'abord la potamographie de terrains très différents présente des contrastes frappants, et il s'établit même des rapports très divers entre la quantité relative des vallées sur une étendue égale choisie dans le domaine de diverses formations (1). Ainsi les cours d'eau du sol schisteux cristallins se caractérisent par leur quantité, le nombre de leurs bifurcations et de leurs ondulations, comme on le voit dans les Alpes centrales, en Bretagne, au Brésil, dans les chaînes entre la Chine, le Tonkin et la Cochinchine. Dans les terrains calcaires, les cours d'eau sont bien plus rares et moins ondulés, beaucoup de vallées sont sèches ou ont des eaux qui se perdent dans le sol, et il y a des rivières encaissées entre des escarpements. Ainsi la potamographie seule de l'Arabie occidentale y dénote la présence de cette sorte de terrain. L'hydrographie des bassins tertiaires diffère encore beaucoup de celle de la craie, des terrains jurassiques ou des grès secondaires.

Ensuite plus les rivières sont grandes, plus leurs bassins et souvent même les montagnes d'où elles sortent sont considérables: donc, plus on y peut espérer de terrains divers. Remarquons, en outre, que tous les grands fleuves ont des *deltas* d'alluvion plus ou moins étendus, et que les plus considérables de ces derniers sont traversés ordinairement par plusieurs branches de rivières.

---

(1) *Voyez* le Mémoire de M. Bennigsen-Forder, *sur le nombre relatif des vallées dans les formations du N. de la France.* (*J. de la Soc. de géogr. de Berlin*, 1839, vol. VI, p. 163.)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

En général, il n'y a que de petits cours d'eau qui se jettent à la mer par une ouverture étroite de montagnes; or, dans ce cas, leurs alluvions s'accumulent sous les eaux salées et dans de petits bassins derrière la digue maritime.

Ainsi donc, connaissant la nature des deltas des grands fleuves en Europe, ainsi que plusieurs de ceux qui coulent sur d'autres continents, savoir : ceux du Nil, du Sénégal, du Quorra ou Niger, de l'Euphrate, de l'Indus, du Gange, du Wolga, de la Léna, du Jenisei, de l'Obi, du Mackenzie, du Mississipi, de l'Oyapock et de la Plata, nous pouvons en conclure avec toute assurance que des dépôts semblables d'alluvion (c'est-à-dire des limons, des sables, des cailloux, surtout du genre siliceux, et des restes de végétaux et d'animaux) constituent de même en Asie les deltas de l'Amour, du Sir, du Kistna, du Godavery, des cinq grands fleuves de la presqu'île en deçà du Gange, des fleuves Bleu et Jaune en Chine, et des rivières de la Sibérie. Il en sera de même pour les deltas du Zaïre, de l'Orange et du Zambeze, en Afrique, comme pour ceux de la rivière des Amazones, de l'Orénoque, du Rio-del-Norte, etc., en Amérique.

Si le Pô et l'Arno nous offrent le contraste entre une rivière arrivant à la mer avec un delta, et un autre débouchant assez brusquement avec ses alluvions dans la mer et derrière une muraille maritime, de même nous voyons en Amérique quelque chose de semblable dans les caractères opposés du Mississipi, du Saint-Laurent, et en général entre les débouchés des rivières américaines du côté de l'Atlantique et ceux des autres rivières de ce continent qui coulent dans l'océan Pacifique. Le Simpson, la Columbia ou l'Orégon et le Saint-François seraient des exemples de ces dernières, puisqu'on sait que des roches anciennes constituent leurs embouchures, et que les rivages escarpés caractérisent toute la mer du Sud, aussi bien que les pentes douces des rivages sont le propre de l'Atlantique.

En Asie, certaines rivières de l'Asie-Mineure se jetant dans la mer Noire, ainsi que l'Amour en Chine, paraissent être dans le cas de beaucoup d'affluents de la mer Pacifique, tandis que le contraire n'aurait pas toujours lieu pour les rivières de la Sibérie. Dans la Nouvelle-Hollande, la rivière de Murray semblerait aussi avoir plutôt ses alluvions hors de la zone maritime, et la côte orientale de l'Afrique serait encore favorable à ce genre de débouché des eaux continentales.

Comme nous voyons que des dépôts tertiaires accompagnent le cours de toutes les grandes rivières toutes les fois qu'il se trouve

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

derrière leurs deltas ou leurs digues maritimes des plaines considérables ou des vallées fort étendues, nous pouvons en soupçonner aussi le long des grands cours d'eau dans des pays qui jusqu'à ce jour n'ont été relevés que par les géographes. Ainsi, nous n'avons nulle peine à reconnaître le sol tertiaire, et même sa place, en Afrique, sur le Sénégal, la Gambie, l'Orange, le Zambèze, etc.; en Asie, sur le Kizil-Irmak, le Kour, l'Euphrate, l'Amou, le Sir, l'Indus, le Gange, le Brahmapoutra, l'Irawaddi, le Menam, le Cambodja, le Songkoi, les fleuves Bleu et Jaune en Chine, et au au moins sur l'Obi en Sibérie. En Amérique, il en est de même pour les rivières du Mexique oriental, celles du N.-E. du Brésil, les fleuves de la Magdalena, de l'Orénoque, des Amazones et de la Plata, ainsi que pour les rivières des Pampas de la Patagonie. Or, il est bien connu que déjà ce fait est mis hors de doute pour les bords de plusieurs des rivières ci-dessus nommées.

L'analogie nous permet d'aller encore plus loin dans nos présomptions. Ainsi, les grandes plaines alluviales et tertiaires du Bas-Danube, des Pampas et du Mississipi inférieur trouvent leur pendant complet sur les bords de l'Amazone, du Gange inférieur et du pays bas entre Pékin et le fleuve Jaune; car la nature de ces dépôts dans les premières contrées, leur détermination exacte par leurs fossiles, et par suite leur mode de formation, conduisent à admettre les mêmes données pour les terrains en question des autres pays bien moins connus.

De plus, il paraîtra, *a priori*, plus probable que les bassins tertiaires maritimes, surtout ceux qui sont sans digue maritime, renferment des formations marines ou de lagunes d'eau saumâtre, plutôt que des terrains purement d'eau douce, tandis que le contraire est présumable pour des bassins du même genre dans l'intérieur des terres. Or, cette proposition semble tellement fondée, que nous pouvons prédire d'avance où l'on reconnaîtra des dépôts marins ou d'eau saumâtre, et où seront trouvés des délaissés d'anciennes mers intérieures ou de grands lacs. Ainsi, en *Afrique*, on reconnaîtra quelque jour que le Sahara, avec ses dépôts de sel (Teleg, N. de Tembouctou, Dongola, etc.), est le fond d'une ancienne méditerranée, et que les autres dépôts tertiaires cités sur le littoral de ce continent sont marins. On constatera de même qu'une partie des déserts de l'*Arabie*, des bords de l'Indus, de l'Amou et du Sir ne sont que des dépôts sableux, calcaréo-argileux et salins de bassins tertiaires marins ou au moins d'eau saumâtre; tandis que les déserts au N. de la chaîne du Kuenlun et celui de Kobi sont probablement, en tout ou en grande partie,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des terrains d'eau douce. L'Amour inférieur, le pays bas de la Chine le long des quatre grands fleuves, les rivières de la presqu'île en deçà du Gange renferment probablement des terrains tertiaires marins, analogues surtout à ceux de notre zone méditerranéenne de l'Europe.

En *Amérique*, il en est de même pour les petits bassins tertiaires du Brésil; mais les énormes cavités entre ce pays et les Andes se montreront comblés, moins de dépôts marins que de couches d'eau douce ou de leurs mélanges, vu leur mode naturel de remplissage. Or, tout ce que nous savons de ces terrains vient confirmer ces présomptions. Au contraire, en Australie, domineront les bassins tertiaires purement marins, au moins sur le littoral.

D'autre part, les bassins ou les *plaines élevées* assez loin de la mer ou très avant dans les terres sont pour la plupart des cavités contenant des dépôts tertiaires d'eau douce. Ce que nous en voyons en Auvergne et dans le centre de l'Espagne, sur le Tage et l'Ebre, nous dit que ce genre de terrain abonde aussi en Perse, comme dans l'Asie-Mineure et l'Indoustan. Les vallées du Thibet dont les eaux aboutissent simplement à des lacs sans issue en offriront aussi, comme cela se voit dans notre Europe; tandis que dans le N. de l'Amérique on devra peut-être y rattacher en partie la superficie des vastes plaines ou prairies qui bordent le cours tortueux du Missouri dans sa portion moyenne, ainsi que ses affluents, le Platte, le Salomon, etc. Le système crétacé y sera au moins couvert de *loess* ou d'argile calcarifère à ossements de grands animaux, comme la plaine orientale de la Hongrie.

Cependant, comme il y a des *bassins tertiaires marins maintenant éloignés des mers et à des niveaux soit assez bas, soit élevés*, pour ne pas les confondre avec ceux d'eau douce, il faut surtout avoir de bonnes cartes devant soi, et savoir se représenter l'étendue des mers et des lagunes tertiaires, ainsi que la formation probable de leurs dépôts. Or, cette dernière formation a dû s'effectuer à peu près comme cela se passe encore aujourd'hui. Ainsi, pour décider *a priori* si le bassin hongrois-viennois a été une fois marin ou s'il a toujours été d'eau douce, une bonne carte peut faire entrevoir que lors du remplissage de ce bassin, la mer Noire venait probablement battre contre le pied de la chaîne valaco-serbe, et était en communication avec la mer intérieure de la Hongrie par un large canal occupant les vallées du Timok et du Moratscha en Servie. Si la cavité hongroise avait un niveau élevé, on pourrait y soupçonner des dépôts d'eau douce sans couches marines; mais, vu son niveau bas, il deviendrait probable que

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des fossiles marins sont empâtés dans les alluvions accumulées derrière la digue maritime du bassin hongrois, tout aussi bien que dans celles au pied des falaises valaques. On pourrait faire un raisonnement semblable sur le bassin tertiaire de l'Euphrate et du Tigre, ou sur celui des bords du Rhin, où des eaux saumâtres n'étaient séparées de la mer du Nord que par une seule digue. D'un autre côté, si on possède des cartes exactes de bassins tertiaires marins ou d'eau saumâtre à un niveau élevé et au pied de hautes chaînes, les bouleversements qu'ils auront éprouvés, vu les modifications récentes dans le relief des montagnes, caractériseront la configuration de leur surface d'une manière toute particulière, comme c'est le cas en Suisse et en Bavière.

Avant d'aller plus loin, il faut reconnaître aussi que *la donnée d'un vaste bassin à fond même peu exhaussé peut conduire faussement à l'idée d'un sol tertiaire ou secondaire;* car un terrain bien plus ancien horizontal, ou des dépôts très différents, peuvent se former ou donner lieu à de hautes plates-formes au milieu des montagnes. Nous avons des exemples de plateaux constitués même par des couches inclinées de gneiss ou de schistes primaires coupés horizontalement comme au couteau, par exemple dans les landes de la Bretagne, etc. Certaines steppes assez planes sont composées de calcaires secondaires horizontaux, et certaines plaines des bords de l'Orénoque sont, dit-on, formées de grès secondaires, à moins qu'on n'y ait confondu les nagelfluhs tertiaires avec ces anciens dépôts. La Russie d'Europe nous a fourni un exemple frappant de la possibilité de se tromper quand on veut déduire des données géologiques de l'existence de fonds de bassins déprimés; en effet, des étendues énormes de plaines classées jadis dans le sol secondaire ont été reconnues pour de vastes couches horizontales de l'époque primaire (intermédiaire). Néanmoins on peut ajouter que la probabilité dans ce cas ne se balance qu'entre deux ou trois possibilités, de manière que, toutes autres circonstances bien pesées, on devra souvent se décider pour ce qui est réellement le véritable état des choses.

Des *différences très notables dans la hauteur des chaînes* peuvent faire penser à l'existence de divers terrains; mais si une haute arête est bordée de chaînes parallèles plus basses, ainsi que de plaines, l'analogie avec des chaînes connues peut conduire à y voir un noyau central ancien bordé de formations secondaires et tertiaires. Ainsi, vu la similitude de la structure physique des Alpes et des montagnes de l'Himalaya, du Thibet, de l'Indou-Kousch et de la Tartarie, la géologie des premières chaînes nous permettait

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de présumer quelque chose de semblable en Asie, savoir : d'abord des chaînes centrales de schistes cristallins sans sol primaire (intermédiaire), avec des chaînons latéraux de l'époque secondaire récente, ayant çà et là à leur base des schistes cristallins, ou même dans certains points des couches primaires; puis des collines de mollasse ou de roches tertiaires séparant ces schistes d'avec les plaines ou bassins des grands fleuves; enfin les eaux, ayant leurs sources dans ces vides, arrosent en partie des bassins tertiaires isolés, surtout d'eau douce. Or tel s'est trouvé, en effet, l'arrangement géologique de ces chaînes, au grand étonnement de ceux qui ne comprennent rien aux prévisions géologiques ni à l'harmonie majestueuse de la distribution géographique des terrains sur le globe, ainsi que de leurs accidents.

De même, en comparant les chaînes N. S. de l'Oural et des deux Amériques, on peut soupçonner qu'il y a çà et là des lambeaux secondaires et des dépôts tertiaires, au moins sur le versant oriental des Montagnes Rocheuses. Cette chaîne ayant déjà existé lors de l'époque tertiaire, ses eaux ont dû amener beaucoup d'alluvions en dehors de ses vallées, et donner lieu ainsi à des dépôts qui auront pu s'arranger plus tôt sous des eaux douces que sous l'eau de mer, vu l'exhaussement ancien de toute l'Amérique septentrionale et l'étendue énorme de ses anciens lacs : aussi savons-nous déjà positivement que des roches tertiaires, des molasses, des lignites, se trouvent vers l'embouchure du Mackenzie, comme aussi en corniche sur quelques points du pied oriental des Montagnes Rocheuses. Quant aux terrains secondaires, les rapports des voyageurs ne sont pas encore assez précis pour pouvoir admettre que les grès, les argiles et les calcaires indiqués soient autre chose que des dépôts primaires (intermédiaires).

Un troisième exemple nous est offert par la géographie physique et géologique de la Syrie, de la Mésopotamie, de la Perse et de l'Arabie. Dans ce grand détroit, entre les continents africain et asiatique, nous voyons en Arabie des chaînes à pentes assez fortes vers la mer, et bordées de plus basses montagnes ou de terrasses vers l'intérieur, tandis que la Mésopotamie et la Perse ne nous apparaissent que comme de grandes cavités sur les deux côtés d'une arête latérale partant de l'épine dorsale asiatique. Ces bassins sont tous deux entourés de gradins adossés, non seulement contre cette arête de séparation, mais se continuant encore sur les limites occidentales du bassin mésopotamien comme sur celles au N. et à l'E. de l'ancienne mer persane qui avait de profondes baies.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Connaissant déjà les terrains de la Syrie, il n'était pas difficile de tirer de la configuration des pays sus-nommés la presque certitude que si des roches schisteuses cristallines formaient des chaînes dessinant leurs premiers contours, des dépôts secondaires récents constituaient surtout les chaînons en gradins ou en terrasses, en même temps que des roches tertiaires et alluviales remplissaient les bassins des plaines. Mais le terrain de la Mésopotamie, ouvert à la mer, devait en grande partie avoir formé jadis un golfe marin; tandis que celui de la Perse, vu sa hauteur et sa position continentale, avait dû être rempli par des dépôts mécaniques et chimiques d'eau douce, ou tout au plus çà et là d'eau saumâtre : ce sont ses déserts salins actuels. En effet, il faut prévoir le cas possible que la Perse ait été occupée par deux bassins : l'un dépendant de la mer Caspienne, et l'autre de la mer des Indes. Les voyageurs nous apprendront bientôt par quelles phases de morcellements et d'isolements auront pu passer ces masses aqueuses avant leur entier desséchement. C'est pendant cette longue époque qu'ont pu se former, comme en Auvergne dans le grand lac de la Limagne, ces accumulations ignées énormes qu'on connaît en Perse dans le Demavend, le Mont-Jaune et ailleurs.

Des changements brusques dans le cours des fleuves sont des indices aussi certains d'une variation dans la nature du sol que des mouvements subis par ce dernier. — Cet axiome se vérifie en petit comme en grand : ainsi, pour un torrent coulant dans une formation primaire (intermédiaire) ou de schistes cristallins, la rencontre d'une assise calcaire dans des grauwaches, ou celle d'un quarzite dans le gneiss, le fera dévier le plus souvent, etc. De même nous voyons de grandes rivières décrire d'énormes coudes pour traverser des roches particulières dans tel terrain ou telle montagne, comme pour passer d'une chaîne à travers une autre. Ainsi s'expliquent les courbures et les changements de direction du Rhin à Bâle et Bingen, du Rhône à Lyon, de l'Elbe en Bohême et près de Dresde, du Danube sous Ratisbonne et entre Gran et Pesth, du Dnieper, du Donetz, du Don, de l'Obi à Obdorsk, de l'Euphrate, du Nil, de l'Orénoque, du Saint-François au Brésil, etc. Le Brahmapoutra décrit aussi un coude immense à la fracture des montagnes de Kossia et de Garrow, parce que le sol, jusque là granitique et de schistes cristallins, devient tertiaire plus bas (1). D'après notre proposition, on trouve aussi tout naturel de voir

(1) *Voy.* le Mém. de Mac-Clelland dans le *Lond. and Edinb. phil. mag.* 1837, vol. XI, p. 390-395.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tant de *rivières des Alpes* couler dans des vallées longitudinales de l'ossature centrale, ou entre les schistes cristallins et les chaînes secondaires calcaréo-arénacées latérales; tandis que ces dernières sont traversées par d'étroits sillons transversaux servant de lits à ces mêmes eaux, qui dessinent ainsi des angles droits plus ou moins parfaits. Dans la presqu'île de l'Indoustan anglais, les plus grandes rivières traversent les Gates orientales, décrivent, dans leur passage à travers cette chaîne, des coudes plus ou moins considérables, qui sont motivés toujours par des changements de terrains, comme le montre notre carte. En étudiant, sous ce rapport, les pays inconnus au géologue, nous voyons, par exemple, en *Afrique* que le coude énorme décrit par le Niger ou fleuve de Bénin dénote une différence notable de terrains. Son cours O. E. a lieu dans un pays comparativement bas, ou de collines tertiaires et secondaires; tandis que des anfractuosités N. S. le font passer par des chaînes que le prolongement O. E. des parties connues nous indique comme composées surtout de schistes cristallins avec des roches granitoïdes, et peut-être même quelques parties primaires.

Dans la *Haute Asie*, nous trouvons une indication précieuse dans les coudes décrits d'un côté par l'Indus, le Sutledge, la Jumna et le Gange; et de l'autre par la partie supérieure du Brahmapoutra (au-dessus de Ghurgong), l'Irawaddi, les branches-mères des fleuves Bleu et Jaune. En nous rappelant nos Alpes, nous ne pouvons nous empêcher de soupçonner dans ces protubérances asiatiques une différence essentielle de formation entre les bords du cours supérieur de ces fleuves et les rives de leurs coudes inférieurs. Or, nous savons que les molasses des bassins du Gange et de l'Indus, du Brahmapoutra et de l'Irawaddi bordent des montagnes de schistes cristallins, surmontées de roches secondaires; nous devons donc supposer que les fleuves précités ont leurs cours environ O. E. ou E. O., entre des montagnes en grande partie secondaires, tandis qu'ils traversent environ du N. au S. des chaînes de schistes cristallins; ce qui serait précisément le contraire des accidents des rivières des Alpes (V. l'explication plus loin, p. 325). D'un autre côté, les Alpes occidentales nous offriraient un cas tout-à-fait analogue dans la disposition des terrains et leur soulèvement, puisque, comme dans la Haute-Asie, les schistes cristallins y touchent le sol tertiaire sans intermédiaire du côté italien, et que toute la masse secondaire est rejetée sur le versant opposé; cas de soulèvement totalement différent de celui de la chaîne orientale ou principale des Alpes.

Tout le triangle des montagnes du Thibet et de la Tartarie

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

semblerait devoir être formé par le sol secondaire supérieur, seul ou superposé sur des bases schisteuses; ou bien ce serait, comme dans le Tyrol méridional et le pays de Venise, des montagnes secondaires avec des fonds de vallées à roches très anciennes, tandis que des dépôts d'eau douce composeraient le terrain des plaines. Ces terrains secondaires s'adosseraient aussi bien à l'Himalaya qu'à la branche schisteuse cristalline, qui part vers le N.-E. de l'arête principale, à l'E. du coude de Brahmapoutra, et forme la muraille entre la Chine et la Mongolie. Des déserts tertiaires et d'alluvion, en tout ou en partie, borderaient au nord les montagnes secondaires.

Le cours du fleuve Jaune pourrait induire à penser qu'il court d'abord au N. dans les schistes cristallins, qu'il traverse de l'O. à l'E. des roches semblables et des dépôts primaires (intermédiaires), qu'il redescend au S. le long de ces derniers, ou même entre eux et des roches secondaires, pour couper enfin de l'O. à l'E. une chaîne semblable et un sol tertiaire étendu. Or, ce que nous savons de la géologie de la Chine, et surtout des bords de l'Amour, vient ajouter quelque poids à nos présomptions, vu le parallélisme de son cours et de celui du fleuve Jaune. Il y a cependant cette différence capitale que le fleuve Jaune se vide dans la mer par une vaste échancrure entre l'îlot de roches granitoïdes et schisteuses à l'O. de Tsi-Nan, et les roches semblables et primaires des environs de Nankin; tandis que le bassin inférieur, et probablement tertiaire, de l'Amour est séparé de la mer par une chaîne de couches secondaires, bien stratifiées et peut-être crétacées, comme celles du Kamtschatka occidental.

En *Amérique*, le coude du Rio del Norte, dans le Nouveau-Mexique, paraîtrait indiquer que le sol schisteux cristallin y est flanqué de dépôts primaires se liant à ceux du Mexique, comme par les monts Ozark à ceux du bassin du Mississipi. Or, cette probabilité était étayée par la donnée géologique, que les grands coudes de toutes les rivières, descendant à l'E. des Montagnes Rocheuses, n'ont pas d'autre origine que cette juxtaposition de terrains différents. Il suffit de mentionner le cours du Missouri moyen et les sources du Mackenzie. D'un autre côté, cela conduirait à penser qu'il se trouve encore des roches primaires entre la chaîne Rocheuse cristalline et la limite indiquée en bleu sur notre carte, pour le sol primaire, surtout calcaire; car à la sortie des montagnes toutes leurs rivières décrivent des angles, et le petit nombre de voyageurs qui ont abordé çà et là cette chaîne y indiquent des roches arénacées difficiles à classer.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Sur le versant opposé des monts Rocheux, les coudes des rivières-mères de Columbia et du Colorado feraient aussi soupçonner dans ces contrées des dépôts primaires se liant à ceux de l'Amérique russe et de la Californie ; en un mot, la chaîne Rocheuse serait l'Oural américain.

Dans l'*Amérique méridionale*, toutes les rivières descendant du versant oriental des Andes changent de direction à la sortie des terrains anciens, et à leur entrée dans ceux de l'époque tertiaire. Les deux grands coudes du Parana doivent probablement aussi leur origine autant à la différence des roches formant leurs bords qu'aux accidents qui les ont fracturées.

L'*existence des lacs* dans un pays, leur forme et leurs affluents, sont une autre donnée de géographie physique qui est de quelque poids dans l'horoscope géologique d'un pays.

Si les *petits lacs des hautes montagnes* servent seulement à indiquer de petites cavités accidentelles ou le véritable partage des eaux, quand ils sont sur des cols, les *lacs cratériformes* sont propres à certains terrains. S'ils sont dans des plaines ou des vallées, sans canaux visibles d'écoulement, ni bourrelet, ils peuvent être le résultat d'écroulement dans des terrains arénacéo-gypseux secondaires ou tertiaires; mais s'ils sont entourés d'un pourtour de hauteurs, ce sont de véritables cratères volcaniques ou ignés qui ont quelquefois un canal d'écoulement, comme le lac Pavin en Auvergne, et même des îles lorsqu'ils ont une certaine étendue. Ainsi, si certains petits lacs des Steppes des Kirghiz sont probablement des pendants des lacs d'écroulement d'Eisleben ou des entonnoirs de Pyrmont, les lacs trachytiques de Laach, de Bolsène, de Sainte-Anne en Transylvanie, de Gondar en Abyssinie, de Goktcha, de Wan, d'Urmiah en Asie, et de Nicaragua en Amérique, sont évidemment des cavités volcaniques anciennes qui se sont en partie agrandies par des écroulements. Or ce genre d'enfoncement a dû se former dans les éruptions granitiques, siénitiques, porphyriques et serpentineuses, comme dans celles des trachytes; mais leur conservation y a été plus rare ou leur démantèlement plus ou moins complet : ce qui a réduit beaucoup le nombre de ceux qui sont bien reconnaissables. Parmi ces derniers, on peut citer dans le sol granitique certain petit lac entouré d'escarpements dans les monts Cairngorum en Écosse, et peut-être un de ceux du Tatra en Hongrie. Dans le terrain siénitique, le lac de Coruisk dans l'île de Sky; dans la protogine, celui de Castoria en Turquie, rempli en partie de dépôts tertiaires. Dans l'Asie centrale, le lac d'Alakul, à îlot porphyrique, et celui de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Jambro, à île centrale, en seraient peut-être d'autres exemples.

Outre ces trois espèces de lacs, on en distingue encore aisément quatre autres genres, savoir : *ceux du sol schisteux cristallin, ceux des terrains primaires, surtout calcaires, ceux des terrains jurassiques et crétacés et ceux des plaines.* Les premiers sont, en général, de forme allongée, beaucoup plus longs que larges, entourés assez souvent d'étroites baies, de pentes plus ou moins inclinées, et contiennent quelquefois des îles. Ce sont, en un mot, des masses d'eau remplissant des fentes longitudinales ou transversales des schistes cristallins. Ils se voient encore bien dans les trois grands massifs cristallins du nord de l'Europe, savoir : en Écosse, en Scandinavie et en Finlande; tandis que la presque totalité de ceux qui ont existé une fois dans le sol cristallin du reste de ce continent sont dès longtemps écoulés, et ne se laissent deviner que par leurs délaissés d'alluvion, comme, par exemple, ceux du Pinzgau dans le Tyrol et le Salzburg.

Les *lacs des terrains primaires* sont caractérisés par leur forme oblongue, par leur contour ondulé, par leurs pentes assez souvent douces, par leurs îles, par leur rare isolement au milieu de pays bien plus fréquemment peu élevés, peu montagneux, ou même plats, que dans des contrées hautes et montagneuses, et par leur voisinage des schistes cristallins. Ils sont si abondants sur le globe qu'on peut suivre une chaîne de lacs semblables presque tout autour de l'hémisphère boréal. En effet, en jetant les yeux sur notre carte, on verra que presque tous les lacs qui traversent en biais le nord de l'Amérique sont dans le sol primaire, et qu'une série de lacs très variés dans leurs formes y existe sur deux lignes courant du N.-O. au S.-E., savoir, sur les deux versants de la chaîne schisteuse cristalline qui forme avec les monts Rocheux l'ossature principale de ce continent boréal. En Europe et en Asie, il en est de même pour la zone de lacs qui s'étend d'un côté du S.-O. au N.-E., à travers la Russie septentrionale, et de l'autre dans une direction parallèle depuis la mer d'Aral jusqu'au lac Baïkal, et même en petit jusque dans les contrées entre la Léna et le Kolyma en Asie. Entre ces deux séries de lacs primaires se trouvent les lacs du N.-O. de l'Angleterre, les lacs de Mjosen, de Rands, etc., en Norvége, et certains lacs du sud de la Suède (lacs Wenern, Wettern et Silijan).

Il devient même probable que la destruction des formations primaires a ébauché les premiers contours, ou du moins certains contours de la Baltique, de la mer Blanche, de la mer Caspienne, de la mer Noire, et même de la mer Méditerranée; car leurs bords

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nous offrent des terrains de schistes cristallins, et çà et là des roches primaires. De plus, les formes de ces mers rappellent en partie celles des grands lacs de l'Amérique septentrionale : ainsi la figure de la Baltique se retrouve dans le lac des Esclaves, la baie d'Hudson a quelque rapport avec la mer Noire, etc. Or, s'il est prouvé que les lacs américains doivent en tout ou en partie leur origine à des accidents du sol primaire, n'est-on pas en droit d'en conclure de même pour les mers citées, lors même qu'on y reconnaîtrait aussi l'effet des destructions d'autres terrains?

Dans le sud de l'Amérique, il est remarquable de retrouver encore le lac de Titicaca dans la même position primaire : ce qui ferait présumer que telles seront aussi les places de certains autres lacs des montagnes de Mendoza, de San-Juan, etc. Je voudrais même soupçonner que certains lacs du triangle africain inconnu seront trouvés entourés de terrains primaires, vu l'abondance de ces derniers vers la pointe méridionale.

Il est donc évident que les roches primaires, surtout calcaires, ont été plus favorables que tous les autres dépôts à la formation de grandes cavités ou dépressions, ce qui a eu lieu par écroulement autant que par destruction aqueuse, ou bien par l'explosion ou l'échappement des gaz. L'horizontalité fréquente de ces masses, le voisinage des schistes cristallins, ainsi que des mouvements ou des actions subies par ces derniers, ont influé probablement sur cet accident si général dans ces terrains.

Les *lacs souvent profonds des contrées jurassiques et crétacées* ont des caractères tout particuliers. Les uns, occupant le fond de parties écroulées, ressemblent en partie à des cratères, et sont sans issue réelle ou à canal d'écoulement souterrain, comme le lac de Joux et le lac de Prespa dans la Turquie d'Europe. Les Apennins du pays napolitain contiennent certains lacs offrant ces caractères d'une manière si prononcée, que, sans connaître leur pourtour de roches secondaires, on pourrait être tenté de supposer des cratères volcaniques, vu le voisinage des champs phlégréens, du mont Vultur et du mont de Roccamonfina. Dans ce cas, se trouvent le lac situé à l'E. de Nusco et celui au S. de Cita Nuova.

D'autres lacs des mêmes terrains ne sont réellement que des cavités où s'engouffrent des cours d'eau, lieux placés surtout au pied d'escarpements, ou même dans des fonds plus ou moins évasés de vallées. Les conduits souterrains ne pouvant recevoir toute l'eau des sources et des pluies, il se forme des lacs plus ou moins grands, suivant les saisons et suivant les canaux d'écoulement. Tels sont le lac Topolias en Grèce, les lacs de la Carniole, de la Dalmatie, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Des îles n'existent que rarement dans ce genre de lacs, lorsqu'ils sont fort grands. Des cours d'eau disparaissant et reparaissant çà et là accompagnent ces lacs, surtout dans le terrain crétacé, où il arrive aussi que ces gouffres et ces dégorgeoirs d'eau souterraine s'ouvrent au milieu d'un lit fluviatile aussi parfait que tout autre, quoiqu'il soit en grande partie à sec, ou ne soit occupé par l'eau que dans certains temps de l'année. De beaux exemples de cette espèce se trouvent dans le cours moyen du Kizil-Irmak en Asie-Mineure (au N.-E. du grand lac salé) et sur celui d'un affluent du Narenta entre Gasco et Nevesign, en Herzegovine.

Une troisième espèce de lacs, dans le sol secondaire calcaire récent, est celle des grands lacs remplissant de profondes fentes situées dans les montagnes calcaires des Alpes et d'autres chaînes, comme, par exemple, en Chine, ou à leur rencontre avec le sol des bassins tertiaires, comme en Lombardie. On y voit encore rarement des îles, comme au lac Majeur. Tous ces lacs, formés par fendillement ou écroulement dans les terrains calcaires, se distinguent de ceux produits par écroulement dans le sol secondaire ou tertiaire, arénacéo-gypseux, en ce qu'ils sont plus ou moins entourés d'escarpements élevés ou enclos dans des bassins fermés, tandis que l'autre espèce de lac a sa place dans des plaines ou des pays ondulés, et qu'ils sont sans pourtour ni grandes falaises.

Enfin les *lacs des plaines* ne sont que des cavités de peu de profondeur, où l'eau est retenue par de petites digues, ou même simplement par des alluvions ou des dunes de sable; dans ce dernier cas ils peuvent devenir des lagunes momentanément ou pour toujours. Ceux qui font exception à cette règle doivent probablement leurs caractères à l'existence de parties affaissées ou de fentes dans le sol sous-jacent.

Si, munis de ces notions sur les lacs et les rivières, nous examinons l'*Asie centrale* comme le pays géologiquement inconnu le plus riche en lacs et en accidents de rivières, nous en déduirons les observations suivantes, en supposant toutefois que nous puissions nous fier à la carte esquissée d'après M. Ritter, de Berlin. Les lacs entre la chaîne de l'Himalaya et la chaîne du Ciel, ou de Tian-Schan et la Chine proprement dite, paraissent être de plusieurs espèces. Quelques uns, au pied de la chaîne du Ciel, sembleraient aussi dériver du sol primaire : tels sont les lacs de l'Altaï, le lac Saisan, etc., tandis qu'un grand nombre d'autres, plus au S., portent tous les caractères des terrains jurassiques et crétacés, c'est-à-dire des lacs sans issue, des réservoirs d'eau qui s'engouffrent, etc. C'est surtout le cas pour ceux situés entre la chaîne du Kuenlun et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la chaîne de Gang-dis-ri, ou de Dzang. Mais, dans le Thibet, nous trouvons encore une troisième sorte de lacs ayant tout-à-fait les formes de ceux qui se voient dans nos Alpes calcaires, ou à leur contact avec le sol tertiaire.

D'un autre côté, revenant sur les coudes décrits par les grands fleuves qui sourdent dans cette partie de l'Asie, nous voyons évidemment qu'il y a là, en allant du S. au N., au moins deux grands changements de formation indiqués par les coudes du Brahmapoutra et de l'Indus dans l'Himalaya, et par celui du Seri-Sondu ou Irawaddi dans la chaîne de Dzang. Les cours supérieurs des deux fleuves principaux au nord de l'Himalaya ont lieu dans des vallées longitudinales comparables à celles de nos Alpes centrales, et sur un sol qui probablement est composé de schistes cristallins avec quelques bassins remplis d'alluvions, ou même des dépôts tertiaires d'eau douce, au moins dans le Thibet (Hlassa). Si en Carinthie nous voyons une boutonnière énorme de schistes cristallins, bordée de chaînes secondaires calcaires bien plus élevées que les montagnes schisteuses, de même, dans le Thibet et le Ladak, le sol schisteux cristallin aurait été soulevé sous la forme de deux masses elliptiques séparées par un nouveau Saint-Gothard aux sources de nos deux grands fleuves, le Sutledge et le Gange.

Une vallée longitudinale se serait formée sur la ligne anticlinale de ce bombement doublement elliptique, et de très hautes chaînes de calcaires secondaires auraient été rejetées sur ses bords. De cette manière, il se trouverait de vastes étendues de dépôts de ce dernier genre aussi bien dans l'Himalaya qu'au nord du Karagorum, du Gang-dis-ri et du Dzang. Cependant il y aurait là cette différence essentielle, que dans le sud du soulèvement, ce mouvement et les fendillements auraient été si prodigieux, que, dans l'Himalaya, on voit reposer les dépôts secondaires récents sur des bases élevées de schistes cristallins (ou même quelquefois sur des roches primaires, comme à Kunawur); tandis qu'au nord du Thibet ou des autres chaînes nommées, ces mêmes terrains secondaires formeraient plutôt des plates-formes ou terrasses sans vallées, assez profondes pour découvrir les schistes cristallins, si ce n'est seulement peut-être près de quelques chaînes plus élevées, telles que le Ketschi, mais avec des bassins d'alluvion et des lacs, comme dans nos Alpes calcaires. Le Kuenlun serait une de ces chaînes calcaires plus hautes, et borderait le désert tertiaire de Kobi, comme on voit notre molasse alpine surplombée par des pitons plus élevés que les montagnes qu'ils nous cachent. En même

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

temps, vers la Chine, viendraient s'anastomoser à notre grande chaîne centrale d'Asie une arête de schistes cristallins, qui séparerait nos montagnes de calcaire secondaire d'avec les roches primaires et secondaires de la Chine, ainsi que nous l'avons déjà dit ci-dessus.

Parmi les autres notions de géographie physique utiles pour déchiffrer la géologie d'une contrée, une des indications les plus précieuses pour le géologue est celle des *Déserts*, soit des lieux où l'eau est très rare, et où par conséquent aussi la végétation est très pauvre, si ce n'est nulle, et où les arbres sont inconnus. En effet, quoi qu'on en ait dit, les déserts véritables marquent les points du globe où, à des époques géologiques comparativement récentes, les mers actuelles se sont prolongées en golfes et en détroits, ou bien ceux où ont existé des méditerranées qui ont disparu en totalité ou en partie, ou se sont changées peu à peu en lacs d'eau douce avant de s'écouler ou de se dessécher entièrement.

Ajoutons qu'il est de toute impossibilité physique qu'un véritable désert nous offre un terrain fort ancien ; car on ne s'expliquerait pas que ce terrain n'eût pas été recouvert tôt ou tard par un dépôt plus moderne et moins impropre à la végétation. Nous n'en connaissons aucun, dans les pays géologiquement explorés, qui nous montre, même sous les tropiques, un sol tout nu, excepté quelques roches granitoïdes, porphyriques et serpentineuses, ou même calcaires. Mais il y a une différence capitale entre la sauvageté et la nudité d'une surface de masses semblables, et un désert sableux ou salin véritable, bien que les deux genres d'accidents physiques puissent se rencontrer ensemble, quoique sur une échelle fort inégale, comme en Arabie et en Nubie, par suite du voisinage de dépôts très différents, ou du voyage aérien de sables mouvants.

Chacun sait d'ailleurs que nos plages marines sableuses sont les seules formations qui se continuent encore, et qui s'identifient avec les déserts, et qu'il n'y a que le sol tertiaire marin et d'eau douce, et tout au plus le système arénaceo-crétacé qui donnent lieu réellement aussi bien à des mers de sable qu'à des oasis fertiles, au moyen de leurs variétés de sables, de grès, de calcaires et d'argiles, comme cela se voit dans les Landes et au Mans. Ces faits bien constatés suffisent déjà pour démontrer l'origine moderne des déserts en général, et fixent aussi l'âge comparativement récent de tant de grès rouges ou blancs de l'Afrique septentrionale. Ils nous font de plus apercevoir que la formation d'un désert présuppose le voisinage de certains terrains, la présence de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

certains mouvements ou courants marins, et surtout une position entre de grandes chaînes anciennes que les eaux ont pu démanteler, et avec les parties siliceuses desquelles elles ont pu réussir à former, en dehors des montagnes, de vastes étendues d'alluvions ou des grès très faciles à se désagréger. Telle est, du moins jusqu'ici, l'explication la plus fondée de ces grands phénomènes; car les observations actuelles sur les éjaculations sableuses ne suffisent nullement pour nous porter à admettre que de grands déserts aient pu recevoir leurs matériaux par cette voie indirecte.

Passant à l'application de nos idées, nous voyons en Égypte, en Nubie, dans le Dongola, dans le Sud du Sahara, dans la régence de Tripoli, dans l'Arabie Pétrée et Heureuse, et en Perse, la formation crétacée inférieure donner lieu à des sables mouvants et à des rochers de grès friables, comme on en voit au Mans et dans la Suisse saxonne; tandis que dans le reste du Sahara et de la Perse, en Égypte, en Mésopotamie, sur les rives inférieures de l'Indus, dans l'Asie centrale et la Nouvelle-Hollande occidentale, les terrains tertiaires ou même les alluvions paraissent jouer le plus grand rôle dans la formation des mers de sables couvertes çà et là d'efflorescences salines.

Naturellement d'autres terrains pointent dans le désert d'autant plus que son sol mouvant est enclin à envahir tout ce qui ne s'oppose pas à sa domination par son élévation ou par ses eaux; et de là seul est résultée la variété de roches attribuée à cet accident du globe. Ainsi, sur les deux bords de la mer Rouge, les roches granitoïdes, comme les schistes cristallins et les calcaires crétacés ou tertiaires, forment une partie constituante du sol des déserts. Il paraîtrait que c'est aussi le cas pour certaines parties du désert de Kobi, et pour quelques déserts du sud de l'Amérique, tel que celui d'Atacama, recouvrant des schistes peut-être primaires ou cristallins. Au pied oriental des Montagnes Rocheuses, des déserts sans eau sont aussi produits, dit-on, par la désaggrégation de grès d'un âge incertain.

Malheureusement on confond assez souvent avec les déserts les *steppes*, qui ne sont qu'en partie tertiaires, et qui comprennent aussi bien des plaines incultes, arénacées et argileuses, avec peu de sources et presque point d'arbres, que des pays faiblement ondulés, secondaires ou même plus anciens. La nature saline du sol tertiaire est propre aux steppes comme aux déserts : aussi l'indication des steppes est-elle peu utile à notre but; car si les mots *hautes steppes* servent à désigner certains plateaux élevés de la Tartarie, le mot steppe, en général, ne s'applique qu'à des con-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

trées très ouvertes, sèches ou humides, et à un niveau peu élevé comparativement aux chaînes qui les bordent. Il paraîtrait que les déserts immenses de la Perse, de l'Asie centrale et de l'Arabie, comprennent beaucoup de steppes, genre de sol bien plus accessible à la culture que les véritables déserts; car la végétation y est assez forte pour alimenter une foule de hordes nomades; comme nous voyons les *prairies* sans bornes de l'Amérique septentrionale, et les vastes *llanos* et *pampas* de l'Amérique du Sud, servir de domicile aux peuplades qui les animent.

La *stérilité d'un pays* est un caractère nul pour l'horoscope géologique lorsque ce caractère est isolé; mais réuni à d'autres, il peut être une induction de plus. Ainsi un pays stérile et à lacs sans issue ne pourra être qu'un sol calcaire, probablement crétacé ou tout au plus jurassique, qui renfermera des oasis fertiles, à terroir superficiel argileux. Si ce devait être une formation calcaire primaire, les lacs sans issue y manqueraient.

Les *descriptions générales de l'aspect des montagnes* ou de *leurs escarpements*, et surtout des *dessins de ce genre*, peuvent aussi être utiles au géologue spéculatif. Ainsi, comme des buttes coniques à cratère indiquent des volcans, des séries de pics en forme de scie dénotent des dolomies; des cimes rabattues à pitons isolés, des calcaires; des pointes triangulaires, des ardoises ou des schistes quarzifères; des aiguilles, des schistes cristallins; des bosselures bizarres, des serpentines ou des trachytes; des formes pyramidales, des phonolites, etc.; des rochers prismés, des colonnades. Des murailles minces et noires peuvent faire soupçonner l'existence de basaltes, de trachytes ou de trapps, comme cela se constate pour certaines côtes du Groenland, pour quelques îles arctiques et pour le N.-O. de la Nouvelle-Hollande. Des rochers désagrégés en boules ne peuvent être que des granites ou des grès, ou plus rarement des trapps. La description d'une contrée à surface verdoyante, ou à rochers blancs interrompus tout-à-coup par des masses bosselées noires, peut faire croire à l'existence de diorites ou de basaltes dans un terrain calcaire; mais si les rochers isolés sont verdâtres, ce seront plutôt des serpentines. Des murailles de rochers découpés dans le style gothique, comme le grès vert de la Suisse saxonne, peuvent ajouter quelque poids à l'opinion qui voudrait voir dans un tel lieu un système crétacé ou des grès tertiaires. Des séries de vallées parallèles séparées par une chaîne de faîtes arrondis, à surface tantôt stérile et sèche, tantôt coupée par des eaux capricieuses, s'engouffrant et reparaissant çà et là, dénoteront le système jurassique et crétacé; car le rocailleux des roches granitoïdes ou

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

trachytiques ne se trouve jamais réuni avec les autres particularités mentionnées. La présence de cavernes nombreuses, de puits naturels, etc., décèlera celle de roches calcaires primaires ou secondaires, car ces accidents sont extrêmement rares dans tous les autres dépôts. (Voyez, pour plus de détails sur la configuration extérieure des roches, notre *Guide du géologue voyageur*, v. I, p. 161—169.)

Rarement certaines indications de *géographie botanique et zoologique* peuvent continuer à faire découvrir sur quelques points certains terrains plutôt que d'autres. Nous citerons toutefois parmi les cas favorables la connaissance de quelques plantes ou insectes du sol salin, de quelques végétaux propres au terrain calcaire des hautes montagnes, de quelques animaux habitant exclusivement, les uns les plaines ou pays bas, les autres les contrées élevées, ou même les sommités du globe, etc. Cette étude jette du reste un grand jour sur les liaisons qui ont pu exister autrefois entre des continents ou des îles, ou bien entre des péninsules et des points isolés dans les mers. Ce principe trouve une application avantageuse dans l'explication de la géogénie des îles de la Sonde et de la mer de Malacca.

Néanmoins, les meilleures indications physiques pour décider de la géologie d'un pays restent sans contredit les *notions minéralogiques et paléontologiques*, même les plus générales, dussent-elles se trouver mêlées à la mythologie ou à l'histoire, comme c'est le cas pour les ammonites des sources du Gange, et les fossiles de l'oasis de Jupiter-Ammon. En effet, chaque minéral n'ayant qu'un mode de gisement, ou tout au plus quelques variétés de gîte, et les grands groupes de terrains étant caractérisés chacun par des fossiles particuliers, on acquiert par la connaissance d'un minéral ou d'un fossile, ou encore mieux par la réunion de ces deux moyens, l'indice positif d'un terrain, ou du moins on n'a le choix qu'entre un petit nombre de dépôts, et on se décide pour tel ou tel par d'autres caractères accessoires.

De cette manière j'ai pu utiliser les données vagues, telles que les catalogues de minéraux et de curiosités minérales de pays encore inconnus au géologue, ainsi que les analyses de minéraux, auxquelles on avait ajouté les localités précises. Ainsi une terre verte de Chypre a été analysée, et le résultat de l'analyse aurait pu faire croire à l'existence du basalte; cependant le voisinage des roches trappéennes dans le système crétacé de la Syrie rendait probable que cette terre verte se trouvait, dans l'île de Chypre, dans des masses ignées semblables. Mais, ces dernières admises, il

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

devenait probable que la formation crétacée y existait aussi à côté des schistes cristallins du reste de l'île. On pourrait donc, par un simple raisonnement, arriver à reconnaître qu'on se trompait en ne voulant voir en Chypre que des roches cristallines anciennes, et de nos jours cette présomption a été confirmée par les géologues.

Un catalogue des minéraux et des métaux de la Chine, dressé soigneusement, tant d'après les voyageurs que d'après les ouvrages chinois, a rendu surtout possible l'indication grossière d'une bonne partie de la distribution des principales formations de cet empire, ainsi que de la Cochinchine et de la presqu'île de Malacca.

La *topographie minéralogique de détail*, unie à l'étude des gîtes des minéraux, perd ainsi tout-à-fait son aridité, et acquiert au contraire une importance dont peu de personnes se sont encore avisées de profiter; tandis que les listes seules des métaux d'un pays, ou de ses produits échangeables nous aident tout de suite à soulever le voile qui couvre encore la géologie des contrées inexplorées. Or, jusqu'ici, cette dernière source de renseignements, qu'aucun voyageur ne doit négliger de grossir, restait sans fruit pour la science, quoique certains métaux soient aussi caractéristiques de certains terrains que certains fossiles. Nous n'avons qu'à citer pour exemple le nombre restreint de gîtes des divers minerais de mercure, de zinc, de tellure, d'antimoine, d'étain, de platine et d'or.

Si les roches d'un pays ne se trouvent pas décrites, les touristes et les géographes spécifient quelquefois la *nature du terroir et des alluvions des grandes rivières*, ce qui est aussi pour nous une indication très sûre pour reconnaître les formations des chaînes voisines.

Il n'y a pas jusqu'aux *blocs erratiques* qui ne puissent nous guider, quoiqu'ils viennent de bien loin. Ainsi tous les voyageurs en ont remarqué dans l'Amérique septentrionale sur une ligne N.-O., S.-E., depuis la rivière Mackenzie jusqu'aux Alléghanys et à l'Hudson. Or, ce seul fait est suffisant pour le géologue pour lui faire présumer, par analogie avec nos connaissances acquises sur les terrains d'Europe, qu'il y existe, dans le voisinage de ces traînées de débris, des hautes chaînes, et qu'à l'est des Montagnes Rocheuses s'étend dans cette direction une vaste échancrure, où ces blocs ont pu être charriés ou flottés. En effet, un détroit bas, dirigé du N.-O. au S.-E., et en grande partie primaire, existe entre les Monts Rocheux et l'autre chaîne schisteuse à l'ouest de la baie d'Hudson; et tous les géologues américains sont d'accord pour

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

faire arriver les blocs des États-Unis dans cette direction. De plus, la nature de ces pierres une fois connue, on se trouve au fait de la constitution géologique des montagnes boréales, dont elles sont évidemment provenues.

D'autres *blocs, dérivés de la décomposition des roches*, nous offrent un autre renseignement. Ainsi, si les fers météoriques placés dans un désert de sable, comme à Atacama, ont dû tomber du ciel, les masses de cuivre natif trouvées çà et là près des grands lacs du nord de l'Amérique, y décèlent la présence de roches trappéennes ou serpentineuses en partie détruites, vu que ce minerai a son gisement ailleurs dans ce même continent. Des *rocs mobiles* se trouvent composés de roches granitoïdes ou de grès; des rocs en forme de pierre druidique proviennent surtout de certains grès verts quarzifères, etc.

Quant aux *fossiles*, nous pourrions citer aussi plusieurs cas où des indications générales nous ont été très utiles. Nous nous contenterons de rappeler les conclusions géologiques que M. de Buch a pu tirer de l'examen de quelques coquillages fossiles de l'Amérique, et ceux qui nous ont paru ressortir de la présence de crustacés brachyures sur les côtes de Malabar, de Tranquebar, de Coromandel, de Chine, du Japon, de Java, des Philippines, de Bornéo et d'autres îles de la mer malaise. Si le *Cancer macrochelus* de la Chine et le *Portunus leucodon* de Manille paraissent dénoter dans ces pays un calcaire grossier tertiaire récent, tel que celui de Java peut-être, le *Grapsus dubius*, les *Gonoplax incisa* et *emarginata* seront des fossiles d'argiles tertiaires de l'époque subappennine dans l'Indoustan et la mer de Malacca.

Les connaissances acquises sur *la structure ordinaire et le remplissage des bassins géologiques* est une donnée extrêmement importante pour nous permettre de débrouiller en gros la distribution des terrains d'un pays, une fois qu'on est parvenu à en déterminer plusieurs. L'utilité de cette clef s'accroît même à mesure que les bassins à étudier augmentent en étendue, et que les terrains y sont plus développés. Ainsi, en *Chine*, où la nature a travaillé en grand comparativement à l'Allemagne, dès que nous avons su, par diverses indications de voyageurs et certains échantillons de minéraux, que les grands bassins chinois réunis du fleuve Bleu et du fleuve Jaune étaient entourés de chaînes de schistes cristallins et de roches granitoïdes, nous avons pu penser que le reste de la série des autres terrains plus récents pourrait bien aussi s'y rencontrer. Mais pour une partie du rivage chinois, une telle supposition était déjà contredite par la donnée positive qu'au sud du fleuve Bleu une

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

portion considérable du pays maritime est formée par les schistes cristallins ou des roches granitoïdes, ou, en d'autres termes, par une coupe de la chaîne centrale des Alpes de l'Asie, tandis qu'un terrain schisteux ancien forme aussi le promontoire montagneux qui sépare la mer Jaune du golfe de Pe-tsche-li. D'un autre côté, les excellentes houilles employées dans certaines provinces de la Chine nous indiquent de vastes dépôts primaires (intermédiaires), aussi bien dans le N.-O. de cet empire que dans le S.-E. et près de Nankin. Enfin, des terrains secondaires sont aisés à reconnaître par certains minéraux provenant du sud, comme d'autres nous prouvent que les formations tertiaires y abondent dans le pays bas. On aurait donc là, par ce fait, la série supposée des terrains reconnus en Europe. Ces formations toutefois ne paraîtraient pas disposées dans une seule cavité, mais bien dans deux, savoir celle du fleuve Jaune et celle du fleuve Bleu, avec une arête ancienne entre elles.

Avec ces données isolées ne peut-on pas penser qu'à l'instar des terrains de l'Europe, ces bandes de dépôts se contournent autour de ces deux bassins comme autour de leurs îlots cristallins, et que le sol secondaire chinois va joindre au N. celui qui forme le continent asiatique vis-à-vis de l'archipel Japonais, ainsi que la côte occidentale du Kamtschatka? Si c'était là la vérité, ce que nous saurons peut-être bientôt, on serait ainsi arrivé *a priori* au résultat final d'une infinité d'observations de détail, qui, sans changer la position générale de ces terrains, pourront seules en constater tous les accidents.

Quant à la question déjà touchée de savoir si les terrains secondaires récents des cimes du Thibet et de la haute Tartarie sont liés au sol de cette époque en Chine, on ne peut y répondre contradictoirement qu'en s'appuyant sur la bifurcation de la grande chaîne centrale au coude de l'Irawaddi, et sur l'existence de roches primaires flanquées contre le versant oriental de la branche chinoise de cette bifurcation ou de la chaîne de l'Inschan.

On parvient de même à débrouiller la géologie encore peu connue de l'*Asie septentrionale*; car les données géologiques y ont déjà fait reconnaître deux grands bassins secondaires, savoir : celui de l'Obi et de l'Irtisch, et celui de la Léna. Ces bassins sont séparés par une large arête de schistes cristallins bordée de roches primaires, qui vont former les promontoires les plus septentrionaux de la Sibérie, tandis qu'à l'ouest de l'Obi est la muraille assez basse de l'Oural, et à l'est de la Léna un triangle montagneux de terrains schisteux et primaires. Au sud enfin est une série de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

montagnes plus ou moins hautes, qui ne laissent pas de possibilité à l'hypothèse d'une communication parfaite avec un bassin méridional, si ce n'est aux affluents du Tobol ou de l'Ischim. Ces bassins sont remplis de dépôts secondaires, surtout moyens et jurassiques. Des alluvions considérables, et même des couches tertiaires, recouvrent çà et là ces derniers, et ont été principalement reconnues dans le bassin de l'Obi.

Dans l'*Amérique méridionale*, des idées d'analogie du même genre devraient faire penser que si des terrains primaires, recouverts de dépôts tertiaires et d'alluvion, comblent la partie la plus étroite de l'ancien détroit de mer séparant des Andes l'îlot ancien du Brésil, quelques roches secondaires accompagnent au moins çà et là les terrains primaires qui bordent, soit entièrement, soit par intervalles, le sol schisteux cristallin des Andes de la Patagonie, du Chili et du Pérou. Or, jusqu'ici on y a reconnu surtout, et sur plusieurs points, des roches du système crétacé, tandis que celles de l'époque jurassique y manqueraient comme dans le nord de l'Amérique, à moins que M. de Meyen ait raison de voir du calcaire jurassique dans le Chili (1). L'existence en apparence toute locale de roches secondaires anciennes y semble encore fort problématique. Les voyageurs qui explorent actuellement ces contrées nous éclaireront sans doute bientôt sur ce sujet.

Enfin l'*Humanité*, ses œuvres, ses hauts faits et sa civilisation diverse peuvent servir à éclairer des points douteux de la géologie spéculative. Si, par exemple, il s'agit d'un pays de basses collines ou de plaines entourées de chaînes de schistes cristallins, telle qu'est constituée une partie de l'Asie-Mineure, on peut rester dans le doute si ces hauteurs sont secondaires ou tertiaires. Or, ce sera le dernier cas plutôt que l'autre, si ces hauteurs sont coupées par plusieurs grandes voies de communication. C'est de cette manière que M. le colonel de Hauslab a anticipé dès 1832 sur les découvertes récentes touchant l'étendue des formations tertiaires, en partie d'eau douce, dans cette portion de l'Asie. Quelquefois même des canaux s'associent aux routes pour faciliter les communications, indication certaine d'un partage bas des eaux et d'un terrain probablement tertiaire. L'isthme de Suez et les traces de l'ancien canal en seraient un exemple. De semblables raisons viennent fortifier aussi la probabilité qu'un vaste terrain tertiaire et alluvial constitue toute la plaine arrosée par le grand canal de Nankin à Pékin.

(1) Voy. *Nova act. phys. med. nat. cur.*, 1835, vol. XVII, p. 647, pl. 47.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

En général, tous les terrains, même sous la forme de hautes crêtes, laissent des passages pour des routes; mais dès qu'une chaîne élevée est composée de schistes cristallins ou de dépôts secondaires, les chemins y sont rares et les grandes communications restreintes à quelques coupures ou cols, tandis que le contraire a lieu pour des terrains primaires et secondaires horizontaux, et surtout pour des collines tertiaires. Il y a plus : le nombre des villes et des villages croissant en progression presque géométrique des formations anciennes aux terrains récents, les communications doivent suivre de même cette échelle progressive : aussi la presque totalité des capitales est-elle établie sur le sol tertiaire ou sur des alluvions continentales ou maritimes. D'un autre côté, nous voyons certaines *civilisations* résulter des produits du sol où elles se déploient. Ainsi celle de l'Erzgebirge et du Hartz dépend éminemment de certains métaux de ces chaînes; celle du Cornouailles, de son étain et de son cuivre; celle de diverses montagnes de l'Angleterre centrale, de leur plomb; celle du pays de Galles et du N.-E. de l'Angleterre, de leurs fers et de leurs houilles; celle d'Almaden et d'Idria, de leur mercure; celle de plusieurs localités de la haute Autriche, de la Transylvanie et de la Gallicie, de leur sel; celle de Volterra, de son gypse tertiaire; celle d'Amberg en Bavière, de ses fers jurassiques; celle d'Amergau, dans le même pays, de ses grès à aiguiser; celle de Vorospatak, de son or, etc. Des recherches analogues sur le degré de civilisation de pays inconnus au géologue peuvent nous conduire également à la découverte des causes de leur civilisation, et par contre-coup à la détermination générale des formations qui y dominent.

Lorsque les *archéologues*-voyageurs nous parlent d'habitations de troglodytes, d'excavations de demeures ou de temples, nous ne pouvons que supposer des cavernes calcaires agrandies par la main de l'homme, ou des ouvrages exécutés dans des grès tendres, surtout tertiaires, ou dans des tufs basaltiques, trachytiques, ponceux ou calcaires, ou bien encore, mais plus rarement, dans des roches granitoïdes, comme pour certaines pagodes des Indes. Quelques détails suffisent souvent pour fixer notre opinion entre ces diverses roches. De cette manière, aussi bien que par l'étude des matériaux, des monuments, des statues et des monnaies, l'*archéologie* peut jeter quelque jour sur la géologie de contrées inconnues.

En étudiant les *divers peuples*, nous trouvons que leur distribution et leur civilisation, comme leurs destinées, dépendent essentiellement de la configuration des continents, cause puissante

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dont ils ne peuvent s'affranchir, et qui pourtant est souvent méconnue. D'abord nous voyons des nations formant une masse compacte, unique, peu analogue à d'autres peuplades sur les limites de leur territoire. Dans ce cas sont, premièrement, les peuples insulaires, comme ceux des Iles-Britanniques et du Japon; puis ceux qui sont séparés par des chaînes de montagnes considérables, comme les Écossais le sont des Anglais, les Norvégiens des Suédois, les Espagnols des Français, les Italiens de leurs voisins, les Grecs des Slaves, etc.

Constatons, sous ce rapport, un fait digne de remarque, en disant que *les chaînes qui courent environ O.-E., ou dans la direction des parallèles, établissent une bien plus grande différence entre les nations, de même qu'entre les faunes et les flores, que celles qui s'étendent dans le sens N.-S. ou des méridiens.* Cette séparation, plus nette dans la direction du N. au S. que dans celle de l'O. à l'E., dépend autant de la position des différentes zones qui environnent le globe, que de la plus grande facilité qu'offrent les chaînes N.-S. pour permettre le passage d'une région à une autre, ou même d'une zone à l'autre, ou bien encore pour tourner ces arêtes dans un certain cas. Ainsi, pour les *végétaux*, la France méridionale participe seule à la flore méditerranéenne, tandis que celle du N. de la France passe insensiblement à la flore de l'Europe centrale, par cette raison que, dans le premier cas, des vides O.-E. séparent les points S. et N., tandis que le N. de la France n'a entre lui et l'Allemagne que des rides N.-S. Il en est de même à peu près pour la différence entre les flores de la Turquie d'Europe méridionale et septentrionale. La flore des Etats-Unis atlantiques diffère infiniment moins de celle des républiques qui sont en-deçà des Alléghanys, que la flore de l'Indoustan ne diffère de celle qui règne au nord des grandes chaînes asiatiques, etc.

Quant aux *animaux*, il est évident que si des zones semblables de la terre offrent, même dans les deux hémisphères, des similitudes dans la végétation, dans les espèces du moins, si ce n'est dans les genres, il en doit être de même des faunes. Or, comme les chaînes qui suivent les parallèles établissent entre les climats des différences bien plus tranchées que les chaines qui suivent les méridiens, les animaux, sur les deux versants de ces dernières, doivent bien plus souvent être identiques, ou avoir entre eux de grandes analogies de genres et même d'espèces que les animaux habitant les deux côtés des chaînes courant O. E. Ce résultat est celui de toutes les observations, et cette influence différente des arêtes N. S. et O. E. va si loin, qu'elle explique quelquefois des faits

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

au premier abord anomaux. Si, par exemple, la chaîne des Montagnes Rocheuses était dirigée de l'O. à l'E., nous ne croyons pas que des colibris s'aventurassent jusqu'à 60° de latitude boréale, comme c'est le cas (1), toutes autres circonstances climatériques mises de côté. — Naturellement, plus les animaux sont d'ordre inférieur, plus ils sont astreints au bassin, au pays ou à la zone où la nature les a placés; tandis que plus ils s'élèvent dans l'échelle, plus aisément aussi ils peuvent se soustraire, comme l'homme, aux lois primitives de leur distribution. La présence du tigre dans l'Altaï serait un exemple de ces exceptions à une règle dont la démonstration entière nous écarterait trop de notre sujet.

Quant aux *peuples*, la grande muraille scandinave n'a pas empêché que deux peuplades de sang très voisin en aient occupé les deux côtés, tandis que la faible barrière qui sépare l'Angleterre de l'Écosse, et le peu d'élévation des Highlands écossais n'ont pas empêché la démarcation entre les Anglo-Saxons et les Celtes. Une observation très analogue s'applique aux Belges et aux Français, quoique les limites des deux peuples soient plus insignifiantes encore. De même les Espagnols et les Italiens, séparés de leurs voisins du nord par des rides O. E., en diffèrent bien plus que les Portugais des Espagnols ou les Piémontais des Provençaux, qui n'ont entre eux que des murs N. S. En Asie aussi, et pour des raisons semblables, on trouve bien plus de différences entre les Turcs et les Arabes, entre les Tartares Mantchoux et les Chinois, ou entre les Indous et les Tartares, qu'entre les Turcs et les Persans, ou entre les Indous et les peuples de ce côté de l'Indus.

Dans les deux Amériques, au contraire, où domine presque exclusivement la direction N. S. des chaînes, il n'existe qu'une seule race cuivrée, quoique ce continent parcoure plus de zones diverses que l'Europe et l'Afrique, ou que l'Asie et la Nouvelle-Hollande réunies.

Une autre particularité des chaînes qui courent N. S. est que *tous les mélanges de deux peuples et de deux langues se trouvent sur de telles lignes*, et non point sur celles allant de l'O. à l'E. Si c'est là ce qui a lieu quand on passe insensiblement de la Pologne à l'Allemagne et à la France, il n'en est point ainsi quand on passe des pays allemands voisins des Alpes aux vallées italiennes, car une montagne y sépare le plus souvent deux langues comme deux peuples. Or, cela est d'autant plus le cas, que la chaîne court plus

(1) *Voyez* un Mémoire de M. Mahlmann. (*Monatsch. der Gesellsh. der Erdk. zu Berlin*, vol. I, p. 21.)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

exactement de l'O. à l'E., et d'autant moins lorsqu'elle s'éloigne de cette direction pour se rapprocher du S ou du N., comme cela se voit pour les Alpes en Illyrie.— De même dans plusieurs points de la Turquie d'Europe, on passe sans s'en apercevoir des contrées albanaises à celles qui sont slaves, tandis que les Grecs et les Slaves sont plus franchement séparés, au moins dans le sud de la Macédoine. C'est la même raison qui mélange les Anglo-Américains aux Indiens, et leur facilite ainsi la conquête et la colonisation de l'Amérique du Nord; car les Montagnes Rocheuses seraient un tout autre obstacle si elles étaient dirigées de l'E. à l'O. C'est aussi là une des causes physiques essentielles qui concourent aux convulsions et aux démembrements si fréquents des anciens États espagnols de l'Amérique méridionale, de même qu'on peut y trouver une raison pour prévoir que les États-Unis s'étendront encore fort loin vers le S.

Faisons remarquer ici que ces mêmes raisons physiques ont déterminé bien des pages de l'histoire, et modifié bien des guerres et des conquêtes; car toujours ces dernières ont été plus faciles dans le sens de l'O. à l'E., ou *vice versâ*, que dans celui du N. au S. ou du S. au N. Ainsi Alexandre et les grands conquérants de l'Asie n'ont guère eu à franchir que des chaînes de ce dernier genre. Les Cimbres furent abîmés par les Romains pour avoir passé imprudemment les Alpes et avoir mis entre eux et leur patrie une chaîne suivant les parallèles. Les Romains firent la conquête de la Germanie, non par la voie directe, mais en tournant les Alpes. Ils s'emparèrent d'abord des Gaules en y entrant par le pied maritime des Alpes occidentales, et passèrent de là dans les pays germaniques. Les Goths furent arrêtés dans l'empire d'Orient par des chaînes courant O.-E., et pour entrer en Espagne ils furent obligés de faire le tour de toutes les chaînes semblables qui protégèrent si longtemps l'empire romain, malgré sa décadence progressive. Les Vandales suivirent forcément la même route, et n'attaquèrent vraiment Rome que par l'Afrique. Les Magyares ne pénétrèrent en Hongrie que par une partie des Carpathes dirigées presque du N. au S., savoir par le Marmarosh. Les Hongrois-Secklers franchirent de même en Transylvanie une chaîne courant dans le sens des méridiens. Dans ses guerres, Charlemagne fut favorisé par la direction O. E. du plus grand nombre de ses expéditions, tandis que dans la guerre de Trente Ans, les Impériaux eurent toujours en leur faveur d'opérer derrière des chaînes courant O.-E., et de n'être attaqués que dans l'autre sens. Tout le monde connaît les longues guerres qui ont ensanglanté la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Belgique, à cause de la direction O.-E. de la petite chaîne des Ardennes. Si la Sibérie a pu devenir russe, si la France et l'Allemagne ont pu être dominées par des princes maîtres du Rhin, on s'explique mieux ces guerres et ces conquêtes par l'absence de toute grande chaîne O.-E. entre ces contrées. Des chaînes suivant les parallèles expliquent les désastres de Napoléon en Espagne; elles prolongent la guerre dans l'Algérie; elles ont protégé les Grecs contre les Turcs, et ont rendu possible l'affranchissement de l'Afghanistan du joug des Anglais. Ainsi encore les Basques et les Suisses ne doivent en partie leur liberté qu'à des causes géologiques semblables.

Ajoutons enfin que tels peuples, comme les Chinois, sont clos hermétiquement dans de grands bassins séparés du reste du monde par d'énormes chaînes, par des déserts ou par la mer. Ces peuples sont dans des conditions tout opposées à celles des aborigènes de l'Amérique ou des Slaves, qui n'ont pu trouver des frontières naturelles ni dans les contre-forts de leurs montagnes, ni dans leurs plaines immenses et leurs fleuves gigantesques. Les Indous, au contraire, bien que limités par des mers et par de hautes chaînes, ont pu sortir de leur pays natal par des ouvertures au N.-O., et se mélanger avec d'autres peuplades, pour étendre leur civilisation.

D'un autre côté, nous avons des contrées montagneuses où pullulent des *peuplades diverses*. Ainsi le Caucase a été de tout temps une pépinière de nations, parce que cette chaîne a une quantité de vallées transversales et séparées, et qu'il lui manque des sillons longitudinaux propres à la fusion des peuples, comme le prouvent nos Alpes. Les Pyrénées, placées aussi sur une large voie d'émigration, comme le Caucase, en sont le pendant en petit pour les mêmes accidents de configuration et de bigarrure de population. Il n'est pas jusqu'à certaines parties semblables des Alpes suisses qui n'aient le même caractère; mais on le retrouve en grand dans les divers États placés à cheval sur le versant sud de l'Himalaya dans la direction de l'O.

Des observations ethnographiques nous amènent donc à des idées exactes sur la géographie physique, et par conséquent aussi sur la géologie. Elles nous conduisent aussi à examiner les *grandes voies des émigrations* des peuples, la chaussée commune des conquérants, et on reconnaît bientôt le petit nombre de ces routes, et surtout celui des passages d'un continent à un autre. Or, il en résulte que leur place est toujours dans les points de l'accès le plus facile, dans les grandes vallées, les plaines surtout tertiaires et alluviales, et rarement dans les fentes les plus profondes traver-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sant des chaînes entières. Telle a été, par exemple, la route qu'ont suivie tant de peuples émigrant de l'Asie centrale en Europe, par la plaine basse et large située entre le Caucase et l'Oural, route qui peut-être aussi est celle par laquelle l'Europe a reçu sa première population. Telle est encore la voie qui a conduit Sésostris en Asie, Alexandre sur l'Indus, Tamerlan et Gengis-Khan sur la Méditerranée, et telle est encore la cause des lieux choisis pour l'établissement des capitales mongoles, des villes grecques de la Bactriane, et de tant de grandes cités, ou qui florissent encore, ou dont il ne reste plus que les noms.

Enfin, si l'anthropologie ne doit pas s'écarter des faits et des probabilités de la géologie, l'existence de quatre ou cinq grandes races humaines sur le globe, leur différence datant de leur origine, et leur distribution partie de quatre ou cinq centres et cadrant avec celle des animaux et des plantes, sont des données d'une grande portée pour la géogénie touchant la formation graduelle de nos continents. Ainsi les *Nègres* se trouvant relégués dans le triangle africain au sud du Sahara et de la Nubie, on voit se confirmer cette conclusion géogénique, que jadis les pays de la race blanche étaient séparés de ceux des noirs par une vaste mer, ce qui ne serait nullement probable s'il y avait des nègres dans l'Afrique méditerranéenne. Il s'évanouit donc tout-à-coup ce rêve qui voulait faire sortir d'une même souche la race qui maîtrise le monde par la force et par l'étendue de son génie, et celle qu'on pourrait prendre en quelque sorte pour un passage de l'homme aux quadrumanes, par sa couleur, ses formes, ses penchants brutaux, son manque total de monuments artistiques et intellectuels. Que l'homme ait existé avant l'époque des alluvions anciennes, comme nous serions tenté de le croire, ou qu'il n'ait paru que plus tard, les races blanches et noires sont parties de différents centres, séparés par des mers. Mais si on adoptait nos hommes fossiles, on pourrait comprendre comment, par le retrait successif de la Méditerranée africaine, du Sahara, etc., et le voisinage de l'Arabie et de l'Indoustan, la population antique des bords du Nil a pu descendre peu à peu des montagnes de l'Abyssinie jusqu'au Delta, et déployer une civilisation si voisine de celle des Indous, et qui contraste si fort avec celle des pays nègres. C'est que ce peuple avait reçu ses premières idées de l'Orient, et n'était qu'une colonie d'Indous mélangés de sang noir.

Quant aux variétés entre les nègres, et l'inégalité de civilisation qu'on remarque entre le Bochisman et le Hottentot d'une part, et le nègre du centre de l'Afrique de l'autre, l'explication

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

s'en trouverait peut-être aussi dans la diversité des climats autant que dans la direction et la nature différente des chaînes des pays habités par chacune de ces peuplades : cette distance rappellerait celle qu'on observe entre le Botocudo du Brésil ou l'Indien rouge du nord et leurs compatriotes des Andes du Pérou et du plateau mexicain.

Une autre *race noirâtre*, reléguée dans une partie de l'Australie, tend à montrer que la séparation de ces continents d'avec l'Asie est un acte très ancien de la nature, ou plutôt que l'Australie avec ses îles a constitué toujours un tout, ayant ses animaux et ses végétaux particuliers; ce qu'on pourrait être en effet tenté de croire si on n'y avait trouvé des ossements d'éléphant mêlés avec des os de kangurou. La séparation totale ne daterait-elle que de l'époque alluviale ancienne?

Les variétés de la *race blanche* et de la *race jaune*, leurs différences de formes, de caractères, de langues et de distribution, qu'on les fasse descendre d'une ou de deux souches, tout s'explique par l'étendue des demeures et la diversité des zones, comme aussi par ce fait, que les masses continentales qu'elles habitent ont toujours été unies plus ou moins malgré leurs grandes méditerranées maintenant écoulées. L'énorme ossature de l'Asie, l'insignifiance de l'Oural, l'échancrure entre cette chaîne et le Caucase, la dépendance de tout le nord de l'Afrique du grand système méditerranéen, telles sont les causes suffisamment puissantes pour expliquer la dispersion de ces belles races. Leurs variétés résultent tout naturellement du grand nombre de chaînes O.-E. dans les continents qu'elles occupent, et des isolements nombreux produits par l'intersection de chaînes N.-S., les premières donnant pour ainsi dire le caractère à la race, et les autres y établissant les coupures par la suite des temps et des climats. Qu'on veuille bien ici se souvenir que toutes les recherches sur les langues des races blanches sont favorables aux idées que nous émettons, et que les mythes des Chinois et des Indous, comme ceux des Égyptiens, parlent tout-à-fait en faveur de cette descente des populations des lieux centraux élevés, et de leur occupation successive de contrées jadis sous les eaux. On pourrait donc voir dans les antiques traditions de nouvelles probabilités pour croire aux hommes fossiles, c'est-à-dire antérieurs au moins à une partie de l'Europe alluviale ancienne.

Nous tirons de la distribution des *Esquimaux*, qui végètent maintenant dans les glaces polaires, en lutte continuelle avec la nature, une dernière conclusion géogénique. Cette peuplade, bien

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

supérieure aux nègres, n'a pas pu, d'après les analogies, prendre naissance dans ces climats, mais elle y a été amenée probablement par des circonstances géologiques, et non pas simplement par des accidents d'émigration forcée. Si nous trouvons dans les continents occupés par chaque race de grands centres élevés ou des rides prononcées, d'où ont pu descendre les populations, il n'en est point ainsi dans les contrées boréales habitées par les Esquimaux ; en sorte qu'il est bien plus probable qu'ils y sont arrivés dans des temps où ces terres jouissaient de climats moins rigoureux. A quelle époque faut-il faire remonter cet événement? Certes, les végétaux des houillères polaires nous indiquent clairement qu'il y a eu une époque où la température des pôles était peut-être tropicale, et où la lumière solaire y était remplacée pendant le temps des ténèbres par des aurores boréales sans doute bien plus fréquentes, plus brillantes et de plus de durée que celles de nos jours. Des physiologistes botanistes ont pu remplacer, pour des plantes, la lumière naturelle par des lueurs artificielles; témoin les végétaux des mines dont a parlé M. de Humboldt dès 1790 (1) et les expériences de De Candolle (2) et autres; donc, il n'y a rien d'absurde dans cette supposition. Cet état particulier de la nature polaire a pu diminuer insensiblement; mais vu nos données sur la paléontologie d'autres zones du globe, on est amené à penser qu'il régnait encore sur toute la terre, après l'époque tertiaire, une tout autre température ou une tout autre distribution de la chaleur qu'actuellement. Si nous observons des changements notables de climats dans les régions polaires, même depuis les temps historiques, comme au Groenland et en Islande, on peut bien supposer que, pendant l'époque alluviale ancienne, les régions polaires n'étaient pas encore tellement glacées qu'elles dussent repousser tout être humain. Au contraire, l'abondance des poissons dans ces mers, la présence de beaucoup d'animaux utiles, nourrissants, jointe à l'absence presque complète d'animaux nuisibles, et un climat assez doux, devaient être autant de raisons pour y attirer l'homme, qui, une fois acclimaté, s'y est vu, sans doute par degrés, réduit aux conditions climatériques qu'il y supporte maintenant. Quand plus tard il eût préféré quitter ces plages devenues pour lui inhospitalières, les moyens suffisants lui auront manqué, et peut-être aussi, après tant de générations

(1) *Flora freibergensis plantas sistens cryptogamicas præsertim subterraneas*, etc., 1793, IV.

(2) *Physiologie végétale*, 1832.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

écoulées, avait-il perdu le souvenir de terres plus heureuses. Le climat ici encore a modifié la race, comme nous le croyons, pour les Finnois devenus Lapons et les Scandinaves devenus Islandais.

Nous retrouvons donc encore dans ces considérations sur les peuplades polaires quelques données à l'appui de notre opinion, que l'homme existait à l'époque alluviale ancienne; et nous sommes d'autant plus convaincu de la réalité de notre explication sur son isolement dans les glaces du pôle, que, dans le cas supposé de son origine primitive dans ces latitudes, on aurait dû trouver aussi des êtres humains dans les terres antarctiques nouvellement découvertes : or, rien de semblable n'a été vu dans ces régions désolées; ce sont des continents nus, séparés du reste du monde par des distances marines si immenses, qu'on ne saurait supposer leur population fortuite que par le fait d'embarcations jetées sur ces rivages. Nous voyons donc que la géologie et la géogénie mettent au néant bien des distinctions de races établies par les zoologistes, et ramènent à un petit nombre de types bien des variétés formées avec le temps.

En étudiant d'une manière multiple tous les pays relevés géographiquement, et en analysant leurs éléments physiques et naturels de toute espèce, on comprendra, nous l'espérons, qu'on peut et qu'on doit arriver à des *conclusions géologiques*, si ce n'est toutes vraies, du moins vraies en masse, et qu'assez ouvent on peut ainsi anticiper des découvertes qui ne s'effectueront matériellement que beaucoup plus tard. C'est un simple calcul de probabilités; or, les chances étant bornées, le but doit être atteint plus d'une fois.

Mais si les données de géographie physique sont inexactes, les déductions géologiques devront nécessairement s'en ressentir. Ainsi, tant qu'on a parlé du Balkan comme d'autres Pyrénées, et de ses passages comme des cols suisses élevés, le géologue, tout en entrevoyant le sol tertiaire dans les plaines du Danube et dans celles d'Andrinople, ne pouvait guère s'y représenter autre chose qu'une chaîne schisteuse ancienne, ou, si l'on veut, un terrain ancien surmonté de couches secondaires. Telle a été en 1829, dans ma carte géologique de l'Europe, la source de l'erreur que j'ai commise relativement à cette chaîne, dont le haut Balkan seul est schisteux, tandis que le reste est crétacé. Néanmoins, malgré l'ignorance dans laquelle on était alors sur la géologie de la Turquie d'Europe, si on compare ma carte coloriée idéalement pour ce pays, avec ma carte géologique actuelle de la Turquie, on verra qu'elle donnait déjà une idée sommaire de la géographie

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

géologique; autre preuve de la possibilité de faire de la géologie *a priori*.

De pareilles présomptions deviennent presque des certitudes quand on peut ajouter aux connaissances géographiques acquises des *notions exactes*, voire même détaillées, *sur la constitution géologique des contrées qui environnent l'oasis inconnue*.

Une carte de géographie physique parfaite est si essentiellement la base obligée de toute bonne carte géologique, qu'on peut hardiment avancer que sans ce secours nous ne posséderions pas encore une seule carte géologique détaillée d'aucun grand pays. En effet, il est de toute impossibilité physique qu'une ou plusieurs personnes puissent aller, fût-ce dans un espace de vingt ans, frapper du marteau chaque point d'une vaste contrée. Tout relevé géologique se fait donc en bonne partie à vol d'oiseau comme la topographie; c'est-à-dire qu'après avoir reconnu la nature minéralogique d'une portion d'une chaîne de collines ou de montagnes, ou bien celle d'une plaine, en suivant un tracé géographique exact des accidents du sol, et le comparant à ce qu'on a soi-même examiné, on peut colorier avec certitude, comme étant connu, ce dont par le fait on n'a examiné qu'une partie minime, ou, en d'autres termes, remplir par analogie les portions inexplorées, et lier ensemble les points visités. Nous pouvons donc procéder ainsi dans notre examen théorique de la constitution géologique du globe, et c'est ce dont nous allons donner des exemples.

Depuis qu'on avait reconnu en Egypte des calcaires crétacés, il devenait probable qu'il s'en trouvait de semblables en Arabie et en Palestine, dans les parties décrites comme sols calcaires, et que la même assertion pouvait s'étendre à l'identité du sol tertiaire dans ces trois contrées. La géologie de la Syrie une fois connue, le bassin inférieur de l'Euphrate et du Tigre pouvait être déclaré tertiaire avec un entourage secondaire récent, avant que les géologues l'eussent étudié. (Voyez notre carte géologique de l'Europe, de 1829, et son explication.) Certaines vallées ouvertes au nord du Taurus et arrosées par le Frat et le Murad pouvaient indiquer des bassins tertiaires à un niveau élevé, avant que des ingénieurs russes y eussent vu des dépôts salins de cette époque. Quant à l'âge des dépôts tertiaires, il était permis, étant dans la zone méditerranéenne, de penser que les terrains subapennins y dominaient, si toutefois on consentait à admettre pour vraie notre distinction par zones des formations diverses. (Voyez *Bullet. de la Soc. géol. de Fr.*, v. III, p. 81, 1832, et notre *Guide*,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

v. II, p. 558.) De même, dès qu'on sut que les plaines tertiaires de la Mésopotamie étaient bordées en partie par des montagnes crétacées, il devenait probable que ce système comprenait aussi certaines arêtes situées sur le prolongement oriental du Taurus, malgré leur élévation, cette hauteur étant due uniquement à la direction générale O.-E. du soulèvement central de l'Asie, ainsi qu'à l'entrecroisement d'autres oscillations en partie dans le sens N.-O. S.-E. Mais depuis que la géologie des chaînes entre la Mésopotamie et la Perse est un fait acquis à la science, comme les deux bords d'une vallée transversale n'offrent toujours que les mêmes dépôts, n'est-il pas évident que par là on connaît déjà en gros les terrains qui bordent à l'E. le sol granitoïde et ancien de l'Arabie occidentale? Or, d'après les principes posés précédemment (voyez p. 323), la présence de dépôts crétacés y explique celle de cours d'eau s'engouffrant.

Les dépôts tertiaires du Bas-Danube et de la Russie méridionale une fois étudiés, et leurs rapports avec ceux de la Hongrie et de l'Autriche bien établis, on pourrait en déduire avec toute probabilité une ressemblance très grande, si ce n'est une identité complète avec ceux de la Turquie d'Europe, comme aussi avec ceux du centre de l'Asie-Mineure, derrière l'îlot de schistes anciens bordé au sud de couches crétacées entre Eregli et Samsun, et en particulier dans les bassins du Sakarisch et du Kizil-Irmak. Tous ces bassins ne sont en réalité que des dépendances de la mer Noire, lorsqu'elle était encore réunie à la Caspienne et à la Baltique.

C'est ainsi encore que la connaissance exacte des couches de la Crimée et de leurs positions respectives démontrait qu'on avait là, en quelque sorte, une miniature du Caucase et de ses pieds, puisqu'on pouvait s'appuyer à cet égard sur les raisons tirées du prolongement et du voisinage d'une chaîne à l'autre. Néanmoins, vu l'inégale altitude des deux rides, il devenait évident que le Caucase devait renfermer des dépôts particuliers, effets concomitants des causes qui y ont fait surgir de si hautes cimes. En outre, les couches stratifiées du Caucase devant être en grande partie crétacées, leurs masses ignées de soulèvement ne pouvaient qu'être celles d'une époque récente de bouleversement. La présence des roches trachytiques, qui manquent en Crimée, a justifié pleinement cette prévision. D'un autre côté, des voyages récents de géologues ont mis hors de doute les grandes ressemblances du sol tertiaire et secondaire des deux contrées en question.

Dès que nous eûmes un classement rationnel des terrains de la Russie d'Europe et une idée assez exacte de leur distribution

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

géographique, nous pûmes, par des raisons très plausibles, prédire que les vastes contrées à l'est de l'Oural offriraient sans doute de grandes similitudes dans leurs couches minérales avec celles de la Russie européenne à l'ouest de cette chaîne. Or les notions recueillies et compilées par le docteur Erman sur la Sibérie viennent déjà appuyer nos présomptions. (Voyez *Archiv. f. Russland*, 1842, c. 4.)

Notre raisonnement ne s'appuyait pas seulement sur le voisinage et la liaison intime de l'Europe et de l'Asie septentrionale, mais surtout sur la différence géologique entre les versants des chaînes courant environ N.-S., et celles des arêtes courant environ O.-E., ou au moins s'écartant beaucoup de l'autre direction. D'après la disposition zonaire des climats autour du globe et les autres raisons énumérées dans le cours de nos remarques ethnographiques, on peut ajouter ici que la *géologie des côtés des chaînes N.-S. est presque toujours similaire*, *tandis que celle des versants des rides O.-E. est le plus souvent dissemblable.* Si la géologie des chaînes principales des deux Amériques vient appuyer la première de ces propositions, celle de nos Alpes et celle des chaînes asiatiques confirment la seconde. Le peu que nous connaissons sur les chaînes centrales de l'Asie nous permettrait ainsi d'en conclure la constitution des parties inconnues.

On comprend combien, en suivant cette marche, on peut aller loin et d'un pas assez sûr à la découverte de la constitution géologique d'un pays, au moyen de l'étude d'un pays voisin. Si la connaissance d'une contrée A amène à celle d'un pays adjacent B, la constitution de ce dernier pourra conduire à celle d'un district C voisin de B; C, à son tour, à la connaissance d'une chaîne D, et ainsi de suite. Cependant les chances heureuses de rencontrer la vérité diminueront en raison de la distance du point de départ connu; car plus on enjambe de chaînes, de bassins et de vallées, plus l'ordre des terrains peut naturellement changer.

Il paraîtrait aussi (et notre carte le montre) que si les terrains des bords d'un bassin se ressemblent en général, de semblables identités parfaites sont souvent moins complètes et plus rares sur les deux versants d'une chaîne, et surtout d'une crête très élevée. Dans ce dernier cas, nous avons dit pour quelle direction de chaîne il y avait plus de chances de rencontrer des versants très similaires : ainsi les grands bassins primaires, secondaires et tertiaires de la France, de l'Angleterre, et de l'Allemagne S.-O. et septentrionale, ont de grandes ressemblances ou même

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des identités parfaites, qui se laissent poursuivre à travers la Russie jusqu'au fond de la Sibérie. Mais un groupement de bassins peut s'établir pour ceux de l'Europe méditerranéenne, alpine et carpathique, bien qu'ils soient séparés en partie par de hautes crêtes de schistes cristallins ou même des mers, comme c'est le cas dans les trois grandes péninsules de la Méditerranée. A cette zone géologique se joignent probablement encore tout le nord de l'Afrique, l'Arabie, la Mésopotamie, la Perse, le Beloutschistan et même l'Indoustan, au moins la partie septentrionale. Cependant, plus on s'écarte de la Méditerranée, plus il pourra se présenter de différences minérales et paléontologiques; tandis que, selon toute probabilité, les bassins chinois pourront offrir encore bien plus de ces dissemblances, et que ceux de la presqu'île au-delà du Gange tiendront le milieu entre la nature et les accidents des bassins de l'Indoustan et de la Chine. Le bassin de l'Amour aura probablement seul les caractères de celui au milieu duquel se trouvent les grands déserts de l'Asie centrale, énorme cavité dans le centre de l'ossature de ce continent, dont la partie orientale, nommée Kobi ou Chamo, serait la portion la plus basse.

Les mêmes inductions nous font entrevoir que, si les bassins du S. E. de l'Asie doivent comprendre ceux de quelques archipels adjacents de la mer malaise, aux bassins de la Nouvelle-Hollande se rapportent ceux de plusieurs amas d'îles voisines; tandis que des groupes particuliers de bassins s'établiront peut-être pour l'Afrique proprement dite, c'est-à-dire au S. du Sahara, et pour chacune des deux Amériques; le Mexique et les bords du golfe de ce nom formant les liens intermédiaires des deux types américains.

Enfin, voyant la chose encore plus en grand, on découvrira infiniment plus de ressemblances géologiques et paléontologiques pour les caractères des formations, leur structure et leur composition, entre les bassins de l'Amérique septentrionale et le nord de l'Europe et de l'Asie, qu'entre ces derniers et ceux de la zone méditerranéenne et indienne Au contraire, la région géologique des bords du golfe mexicain se retrouvera bien plus probablement et avec plus d'exactitude dans cette dernière zone que dans celle du nord et du sud de notre hémisphère oriental. Pour les mêmes raisons, il devient également probable que les continents pointus de l'hémisphère austral ont des similitudes plus grandes entre eux, qu'avec la zone septentrionale de l'hémisphère boréal; mais plus les pointes seront voisines, plus leurs bassins situés sur des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rivages opposés pourront se ressembler. Ainsi, les bassins de l'Afrique orientale se rapprocheront probablement plus de ceux de l'Indoustan que de ceux de l'Amérique du Sud, et ainsi de suite.

Lorsqu'il s'agit de *continents à intérieur encore inconnu au géographe*, on croirait à tort la tâche du géologue arrivée à son terme, car il lui reste encore à consulter *des analogies de forme et d'entourage*.

En examinant avec soin les formes des terres et des mers, et faisant abstraction des accidents moins essentiels des contours, on remarque bientôt que la nature plastique n'a pas travaillé d'après des modèles à l'infini, mais qu'au contraire les formes ont été limitées à un petit nombre, par suite du genre des forces constructrices, de leur action et de la figure primitive de la base sur laquelle elles ont agi. Ainsi, toutes les terres et les mers se laissent décomposer en un plus ou moins grand nombre de masses, offrant toutes les formes fondamentales de la matière superficielle du globe ou seulement une partie d'entre elles. Pour nous mieux faire comprendre, donnons quelques exemples : on a comparé souvent l'Atlantique à un grand fleuve, la mer Arctique à une méditerranée ou à un grand lac, etc.; on a fait ressortir souvent la similitude triangulaire des pointes australes des continents et on en rapproche celle de beaucoup de promontoires; on a placé ensemble, comme de même forme, des îles et des lacs, des mers et des continents, tels que Java et le lac Baïkal, la mer Noire et la Nouvelle-Hollande, etc. On a pu diviser l'Europe en parallélogrammes et en carrés d'après les chaînes, et en ovales d'après les bassins, ou bien, d'une manière encore plus abstraite, comme l'a fait M. de Hauslab, en grands ovales, les bassins séparés seulement par des triangles formés par les plus hautes crêtes. De semblables divisions se sont trouvées possibles pour les autres continents avec leurs îles; mais il est de toute impossibilité d'y trouver des formes polygonales à côtés peu nombreux et au-dessus de six, bien que les ovales avec leurs accidents produisent des polygones à une multitude de facettes. — Essayons de faire l'application de cette étude de formes plastiques aux continents inconnus, et avouons en même temps que ce qu'on peut en dire se réduit naturellement à des probabilités de bien moindre valeur que les précédentes conjectures.

L'intérieur de toute l'*Afrique proprement dite*, en-deçà des montagnes au S. du lac de Tschad, nous est inconnu. La géologie de ce grand triangle, habité uniquement par les noirs, se com-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pose de quelques notions sur ses trois extrémités et sur six à huit points de ses côtés, ainsi qu'à la connaissance de quelques métaux provenant de son intérieur. Nos cinq grands groupes de terrains constituent la pointe méridionale comme celle du N.-O. (1), tandis que nous ne connaissons sur la ligne septentrionale et à l'angle N.-E. que des terrains de schistes cristallins avec d'énormes amas de roches cristallines massives ou ignées en Abyssinie. D'autre part, les navigateurs nous ont appris que des chaînes bordent à quelque distance les deux rivages de l'Afrique méridionale, et qu'elles sont surtout élevées et composées de schistes cristallins dans le Congo, tandis que tous les rapports anciens des aborigènes et des voyageurs font soupçonner qu'une troisième chaîne s'étend de l'O. à l'E. à travers ce continent, à peu près depuis la Gambie.

Maintenant il nous est assez indifférent, à nous géologues, de savoir si cette troisième chaîne est partout très haute, ou si, au contraire, comme il le paraîtrait, des terrasses successives et adossées diminuent beaucoup son altitude visuelle. Il nous suffit de savoir qu'elle ne présente pas d'autres grandes échancrures transversales que celle par laquelle le fleuve du Niger débouche dans le golfe de Bénin; d'où il résulte aussi que l'intérieur de l'Afrique méridionale ne ressemble nullement à celui de l'Amérique du Sud, sans quoi on en verrait sortir d'autres rivières, coulant dans d'autres sens, et on y trouverait, sinon des épanchements secondaires, du moins de vastes bassins tertiaires, qui seraient le théâtre d'un commerce tout autrement actif et étendu. La construction de l'Afrique est totalement différente; un seul bourrelet du sol y est complétement transversal, il n'en découle de grandes eaux qu'à l'O, au N.-E. et à l'E.; et dans les seuls points visités ces montagnes ont offert des schistes cristallins et des roches granitoïdes.

N'en pouvons-nous pas déduire que l'Afrique méridionale est un grand triangle circonscrit par trois chaînes, comme la péninsule de l'Indoustan anglais l'est par les montagnes de Vindhya, les Gates et la chaîne de Coromandel. En effet, les deux continents ont la même forme, une potamographie très semblable; ils renferment tous deux des pays assez élevés, aussi bien que des pla-

(1) Cette proposition serait à modifier, s'il était vrai, comme quelqu'un nous l'a fait entendre, qu'on avait induit en erreur M. Murchison par des fossiles du lias et du sol primaire, qui ne provenaient point du pays des Ashantis; jusqu'ici ce fait n'a pas été rétracté publiquement.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

teaux et des terrasses, et les chaînes qui dessinent leur contour paraissent se ressembler géologiquement. Or, si dans l'Indoustan dominent surtout le sol schisteux cristallin et les roches massives ou ignées, ne pourrait-on pas penser qu'il en est à peu près de même en Afrique, d'autant plus que tel paraît être le caractère de toutes les grandes pointes qui forment les continents de l'hémisphère austral

Il y a plus, le milieu de la presqu'île des Indes étant occupé par d'énormes éjaculations trappéennes ou basaltiques, serait-il trop téméraire de supposer que des éruptions ignées, peut-être semblables, ont formé aussi des dépôts considérables dans quelques parties du centre de notre triangle africain exhaussé? N'est-il pas naturel que la sortie de pareilles matières se trouve au centre de trois rides dessinant les côtés d'un triangle isocèle? Tandis qu'elles sont dominées au nord, en Asie, par l'Himalaya et les chaînes qui lui sont parallèles, n'existerait-il pas de même en Afrique, au N. de notre triangle, un grand exhaussement en-deçà duquel est le bassin du Sahara, et celui plus profond de la Méditerranée, couronné par les Alpes? Les seuls contrastes se réduiraient à des différences d'étendue et de niveau entre les chaînes et les cavités dans les deux continents. Les Alpes, ainsi que les bassins situés à leur pied septentrional, paraissent bien petits à côté de la colossale arête de l'Asie, de la grande dépression de la Caspienne et de la mer d'Aral, et de son désert central; tandis que la Méditerranée et le Sahara réunis, comme cavité, offrent une surface bien plus accidentée et déprimée que le pays plat au pied de l'Himalaya : ce qui est probablement aussi une des causes du plus grand exhaussement de cette chaîne comparé à l'élévation des Alpes Or, on sait, comme règle générale, que toutes les grandes chaînes ont dans leur voisinage des dépressions ou affaissements en rapport avec leur hauteur, comme aussi des amoncellements de matières souterraines poussées hors des profondeurs par suite de ces bouleversements. Quant aux lieux de sortie des matières éjaculées, ils se soustraient naturellement à toute induction quelconque, puisqu'il faut le concours de tant de causes diverses, et la plupart inconnues, pour la réalisation de ces phénomènes.

Enfin, l'analogie nous dit que probablement la chaîne orientale de l'Afrique est composée de schistes cristallins aussi bien que de roches primaires, comme les Gates orientales de l'Indoustan; or, la constitution géologique de la pointe méridionale de l'Afrique vient à l'appui de ce soupçon. Si le sol africain recèle des terrains

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

secondaires, on les trouvera flanqués sur les côtés extérieurs de son ossature triangulaire, et non pas dans son intérieur ou sur la cime de très hautes chaînes. Quant aux terrains tertiaires, ceux qui sont marins seront sur les côtes ou près d'elles, tandis que si l'intérieur en contient, ils seront, comme dans l'Indoustan, des dépôts d'eau douce.

Le monde nègre habiterait donc sur une plate-forme triangulaire, accidentée, comparativement à notre Europe, et bordée de chaînes schisteuses cristallines avec des roches granitoïdes très nombreuses, quelques chaînons primaires, surtout au S. et à l'E., et même quelques roches secondaires, surtout de l'époque récente, comme dans le Sud. Dans le centre, seraient des bassins d'eau douce, formant des plateaux, et une région ignée, probablement d'une époque en partie différente de celle de l'Abyssinie et des bords maritimes du Sahara.

Cherchons à découvrir de même la nature de l'intérieur du *Groënland* et de ses îles voisines encore inconnues. Nous ne connaissons sur les deux côtés de ce continent que le sol schisteux cristallin, des couches primaires, des roches massives granitoïdes et trappéennes, ainsi que quelques lambeaux tertiaires. On peut donc présumer que l'intérieur se trouvera composé en majeure partie de schistes cristallins, formation dominante dans la partie arctique de l'hémisphère boréal. D'un autre côté, les îles voisines offrant surtout des portions de bassins primaires à contours très ondulés, il est probable que quelques uns se prolongent assez loin dans le Groënland; mais vu le voisinage des mers, les roches ignées récentes et certains dépôts tertiaires récents à lignite s'y trouveront plutôt près des rivages que très loin dans l'intérieur. L'existence des roches secondaires y est fort improbable.

La *Nouvelle-Hollande* se trouvant figurée, pour son pourtour, dans nos cartes, et ses rivages ayant même été examinés géologiquement, on devrait croire que l'horoscope géologique de cette partie du globe serait possible comme pour l'Afrique; mais son existence comme île et sa découverte encore si nouvelle nous privent des lueurs qui éclairent déjà quelque peu le sol africain central. Si l'on voulait prendre cette terre australe pour une portion d'une autre Amérique méridionale, se rattachant sous la mer à l'Asie orientale, représentant l'autre partie de l'Amérique, il serait aisé de compléter cette ressemblance par les traits suivants : Bornéo serait le pendant de la presqu'île de Yucatan; les îles volcaniques de la Sonde, avec la péninsule malaise, représenteraient le Mexique et le Guatemala avec leurs volcans; les bou-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ches de l'Irawaddi feraient le pendant du grand promontoire de la Californie, la pointe de Cambodje serait la Floride, le golfe de Carpentarie le bassin de Maracaïbo; tandis que les petites Antilles, comme le sol ancien des grandes, se retrouveraient dans la Nouvelle-Guinée et les archipels voisins. La latitude seule serait un peu différente, et le morcellement plus considérable en Asie qu'en Amérique, vu le nombre relatif des bouches volcaniques.

Passant à la forme de la Nouvelle-Hollande, nous ne pouvons la rapprocher de celle de l'Afrique; sa potamographie et sa géologie seront donc aussi différentes. On peut, au contraire, la comparer à la moitié septentrionale de l'Amérique du Sud avec sa pointe et la Terre-de-Feu, et faire abstraction du milieu de ce continent. La figure de la presqu'île au-delà du Gange aurait aussi quelque rapport éloigné avec le polygone de la Nouvelle-Hollande. Or, d'après ces formes et d'après ce que nous connaissons de la géologie de cette cinquième partie du monde, on peut soupçonner que sa portion orientale est formée en grande partie, comme le Brésil et la Cochinchine, de chaînes schisteuses cristallines et primaires (intermédiaires) courant du N.-E. au S.-O., avec de puissants dépôts secondaires sur le côté N.-O. de ce continent ainsi qu'autour du golfe de Carpentarie, découpure qui doit peut-être en partie son origine à la destruction partielle de ces dernières roches. Dans l'O. et au Sud se trouveraient de grands bassins tertiaires, à l'existence desquels serait due en partie la grande sinuosité de la partie de ce continent nommée le Golfe austral.

D'un autre côté, on pourrait aussi comparer la Nouvelle-Hollande à l'Amérique méridionale retournée, c'est-à-dire en faisant correspondre le côté oriental de la Nouvelle-Hollande avec le côté américain qui longe la mer Pacifique, et la Guiane et le Brésil avec la partie occidentale de ce continent. Sans y changer pour cela la distribution générale présumée des terrains, on pourrait penser qu'il y existe peut-être dans l'intérieur un détroit ancien de mer occupé, comme en Amérique, par des dépôts tertiaires et d'alluvion qui paraîtraient sur les côtes australes et occidentales, en isolant, à la pointe S.-O., un îlot schisteux, granitoïde et primaire, comme le Brésil l'est en Amérique. Ce bras ancien de mer, ou même simplement ce grand golfe, s'étendant dans l'intérieur de l'O. à l'E., pourrait même séparer le sol secondaire de la côte N.-O. des montagnes schisteuses de l'intérieur, si du moins ces dépôts pouvaient se comparer à des récifs démantelés, et trouvaient leur pendant dans le grand récif à polypiers au-devant des rivages orientaux de la Nouvelle-Hollande. Ce serait alors dans ces parties

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

basses que pourraient se trouver quelques bassins propres à recevoir les eaux de ce continent, si pauvre en rivières allant à la mer. Il pourrait aussi se faire que ces rivières allassent se perdre en partie dans le sol sableux de pareils terrains, du moins celles qui doivent découler des montagnes secondaires Dans tous les cas, rien ne nous autorise à croire que ce continent renferme des chaînes aussi élevées que nos Alpes; car, sans cela il y aurait plus de grands fleuves : donc, probablement, il n'y a point là non plus de dépôts secondaires exhaussés par soulèvement sur des crêtes anciennes, comme on en voit dans nos Alpes et dans l'Himalaya. D'ailleurs, la direction des chaînes alpines et thibétaines ne correspond point avec celle qu'ont les chaînes de la Nouvelle-Hollande, savoir N.-E. S.-O., et peut-être N.-S., mais non pas O.-E.

En considérant et en étudiant la distribution géologique des grandes formations sur le globe terrestre, on est conduit aux conclusions suivantes :

D'abord les *sept parties du monde des géographes* se modifient pour le géologue de la manière suivante, savoir : 1° l'Asie avec ses grandes péninsules, dont l'Europe et l'Afrique barbaresque sont les plus considérables; 2° l'Amérique septentrionale avec le Mexique et le Guatemala; 3° l'Amérique méridionale; 4° l'Afrique nègre (car toute la partie au nord du Sahara appartient encore essentiellement au grand quadrilatère asiatico-européen, comme nous le montrerons plus bas); 5° l'Australie et ses îles; 6° les Terres antarctiques; 7° enfin l'Océanie.

En faisant abstraction de cette dernière division, on obtient de cette manière *six masses continentales bien indépendantes* ayant chacune leurs satellites ou appendices, et offrant chacune d'énormes noyaux de schistes cristallins et de roches massives cristallines, de telle sorte que la grandeur et le nombre respectif de ces derniers restent toujours en rapport avec la masse continentale dont ils forment le squelette. Ainsi, s'il y en a deux dans chaque Amérique, il y en a un égal nombre dans l'Asie et dans l'Europe; mais un seul dans l'Afrique. Ces noyaux triangulaires se trouveraient liés dans l'Asie en partie et dans l'Amérique; mais en Europe ils seraient séparés par de profondes cavités.

Au sud des trois grandes *pointes australes* des continents se trouvent, vers le pôle antarctique, des terres déchirées, tandis que toutes ont sur le même côté des îles ou fragments, qui en ont été isolés probablement par des causes violentes et dépendantes des phases par lesquelles ont passé l'état et la structure de l'inté-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rieur du globe. On dirait que la surface a été déchirée par des fentes parties du S. et dirigées au N., comme nous l'avons dit ailleurs. (Voy. *Bulletin*, vol. XIV, ce que nous avons dit à cet égard.)

On pourrait encore ajouter, à l'appui de ces vues, l'observation faite par les astronomes, que dans la Lune, Vénus et Mercure, l'hémisphère méridional paraît aussi plus tourmenté que l'hémisphère opposé. (*J. de Phys.*, 1805, vol. LX, p. 16.)

Quant à l'*Océanie* des géologues, ce sont d'abord des groupes d'îles éparses dans les océans, et se présentant comme des embryons de nouveaux continents volcaniques et marins établis, au moins dans la mer du Sud, sur un grand noyau cristallin submergé; puis des îles volcaniques isolées dans les mers, très loin des continents, comme des espèces de soupapes des ateliers de Pluton. Il est bon d'observer que la mer du Sud paraît ainsi traversée de l'O. à l'E. par une arête très ancienne, qui ne serait peut-être que le prolongement de celle qui court à travers toute l'Asie.

Nos six grands continents seraient *partout entourés de mers* sans l'isthme de Panama et l'exhaussement du fond de l'ancienne Méditerranée qui couvrait autrefois les déserts du Sahara, et recevait alors les eaux du Nil. Probablement aussi, notre Méditerranée n'existait pas encore, au moins telle qu'elle est aujourd'hui; au contraire, une surface continentale beaucoup moins déchirée occupait le sud de l'Europe, et liait bien mieux par le bas ce continent ancien à son appendice africain, presque tout secondaire. C'est sur cette grande chaussée alpine et méditerranéenne que la race caucasique se serait répandue en Europe. Lors des derniers soulèvements des Alpes principales, le Sahara aurait été mis à sec par un mouvement semblable du sol de l'Afrique, tandis que d'énormes écroulements se seraient opérés entre ces protubérances, et auraient produit alors le bassin méditerranéen actuel dont les formes accidentelles sont cause que la civilisation humaine se promène sur ses bords depuis des milliers d'années. Il est évident que dans ce bassin, comme dans la mer du Nord, des portions très considérables de terrains tertiaires ont été englouties, et forment aujourd'hui en partie des bas-fonds.

On a dit souvent que les *formes des continents* ressemblaient beaucoup à celle des Amériques, si du moins on liait l'Afrique à l'Europe, et la Nouvelle-Hollande à l'Asie. Cette particularité indique qu'il ne faut pas voir là une ressemblance accidentelle, mais qu'elle dépend de la figure particulière du solide sur le-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

quel ces masses sont placées, des forces existant à l'intérieur du globe, de leur mode d'action et des directions habituelles de ces forces, le tout combiné avec le double mouvement du globe sur lui-même et dans l'espace.

Les *terres* se termineraient toutes au nord, vers le 73° de latitude boréale sans un promontoire asiatique qui s'étend jusqu'au 76°; dans l'hémisphère austral, la pointe africaine atteint seulement le 36me parallèle, la Nouvelle-Hollande le 40me; l'Amérique méridionale seule se prolonge jusqu'au 55me. Ce dernier continent, avec ses îles, est le plus long de tous, du S. au N.; l'Europe et l'Afrique ceux qui sont les plus courts; tandis que l'Asie avec la Nouvelle-Hollande tiendrait le milieu entre ces deux longueurs. Ces circonstances, jointes à l'existence de vastes mers aux pôles, et de nombreuses îles en-deçà des deux cercles polaires, pourraient faire croire qu'elles ne sont que le résultat de l'aplatissement successif du sphéroïde terrestre par l'effet de sa rotation. En effet, cette action a dû retirer des pôles des parties solides pour faire renfler la région équatoriale, et des eaux ont dû naturellement occuper les cavités qui en ont résulté.

Si l'on divise les *chaînes de la terre* en deux grandes sections seulement, savoir, celles qui courent environ suivant les parallèles, et celles qui s'étendent dans le sens des méridiens, il paraîtrait que les premières sont plus importantes que les dernières, et cela d'autant plus qu'elles sont plus proches de l'équateur, et courent plus réellement O. E. Cela vient sans doute de ce qu'elles sont établies sur les parties de la terre qui ont dû s'écarter le plus de la courbe d'un sphéroïde régulier, en vertu de la force centrifuge. Ce seraient donc des rides surajoutées à des bosses, tandis que la plupart des chaînes N. S. auraient été formées sur la surface régulière du sphéroïde, en sorte que *ces rides du globe, même les plus anciennes, ne dateraient que des époques géologiques les plus reculées des terrains connus.* En confirmation de cette idée, on doit se rappeler que la terre est enveloppée pour ainsi dire, vers sa partie la plus bombée, par une ceinture de chaînes courant O. E., savoir, les chaînes centrales d'Afrique, d'Europe et d'Asie, la chaîne sous-marine des îles océaniques, la chaîne côtière de la Nouvelle-Grenade et la Parime. Il est digne de remarque, en effet, que les plus fortes protubérances du globe, démontrées par le pendule et la géodésie, ainsi que toutes les sommités les plus élevées, sont placées autour de la terre suivant ces mêmes lignes des latitudes, et non point suivant celles des méridiens. On observe également, à côté de ces lignes, d'autres lignes semblables tracées par d'énormes

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

écroulements, ou des séries de golfes, de mers, de lacs et de bassins terrestres à un niveau très abaissé, accidents qui doivent avoir eu lieu à la suite de l'enflure extraordinaire de certaines parties zonaires du globe.— Sans avoir besoin de supposer que la terre ait été primitivement un cristal, il suffit de lui *accorder un certain ordre dans ses irrégularités de surface en harmonie avec son mode de refroidissement, ses forces intérieures et les forces centrifuge et centripète.* Ceci admis, on en doit déduire nécessairement que les premières mers ont occupé les parties du sphéroïde les plus accidentées, certaines grandes chaînes offrant encore les indices de ces formes régulières ou pseudo-régulières; et puisque ces séries de montagnes constituent l'ossature des continents, et déterminent leur figure, on voit de nouveau combien la similitude des continents éclaire *l'étude pour ainsi dire cristallographique du noyau terrestre.*

La *direction des grandes chaînes* doit toujours être examinée et déterminée sur un globe, car plusieurs directions qui paraissent en ligne droite sur un planisphère, seraient courbes sur une mappemonde d'après la projection de Mercator, et *vice versâ.* D'un autre côté, il faut bien distinguer les chaînes non parallèles ayant la même direction, c'est-à-dire orientées chacune d'après son nord, d'avec les chaînes parallèles d'après une rose de directions tirées d'un point donné, comme dans les cartes marines. Les personnes qui se servent de cette dernière méthode, pour mettre sous les yeux les diverses époques de formation des chaînes, arrivent naturellement ainsi à des conclusions dont bon nombre concordent avec les nôtres, tandis que quelques-unes s'en éloignent d'autant plus qu'on part de l'idée que toute formation semblable a dû et n'a pu se faire que suivant des arcs de grand cercle parallèles entre eux. Ainsi les Alleghanys et les Gates viennent se placer dans la direction du soulèvement des Pyrénées, ce que nous ne croyons être la vérité que pour une partie secondaire des Alleghanys. De plus ces mêmes savants confondent certaines directions des formes continentales ou des rivages avec les directions des chaînes, ce qui n'est permis que dans certains cas limités. Nous pensons, au contraire, que chaque formation de montagnes a eu lieu, sur tout le globe, selon des lignes courbes non mathématiquement parallèles, quoique un tel parallélisme d'arcs de cercle existe dans chaque contrée circonscrite où s'est fait sentir un de ces soulèvements. D'ailleurs, si tels contours des continents correspondent à certaines directions de leurs chaînes, il existe des chaînes qui ne sont que le résultat de la réunion de masses parallèles soulevées

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dans des sens tout-à-fait différents de ces contours, lesquels ont été dégradés postérieurement par des affaissements, des déchirures, ou par l'action des eaux. Ainsi, l'Istrie est bien dirigée du N. au S., quoique composée de parallélipipèdes dirigés du N.-O. au S.-E., et coupés ensuite sur leur pourtour.

Nous partons de l'hypothèse que *les chaînes sont le résultat du refroidissement du globe, modifié dans ses efforts par les forces diverses agissant sur les matières contenues dans son sein.* Vu le peu d'épaisseur de la croûte enveloppante et l'insignifiance de ses inégalités, comparativement au volume du sphéroïde, son refroidissement pourrait être supposé uniforme partout, en faisant abstraction de la diversité des matières, du point de départ du refroidissement, du rapport entre la perte de calorique à l'intérieur et à l'extérieur, et de l'influence de la chaleur solaire. L'uniformité de refroidissement a donc diminué des temps anciens aux temps modernes. Nous demanderons dès lors s'il est plus rationnel de croire que, dans les contractions successives de la croûte oxidée, l'enveloppe ait dû, pour suivre ses mouvements, se gercer d'après des arcs parallèles de grand cercle, ou s'il n'est pas plus naturel de supposer que ces gerçures ont eu lieu de tous les côtés dans certaines directions plus ou moins constantes, comme cela se voit dans des masses scoriacées de fonte ne se refroidissant que lentement. Dans ce cas, les lèvres de ces fentes, avec leurs matières encore incandescentes, poussées en dehors par le rétrécissement de l'enveloppe solide, seraient l'origine des chaînes.

Dans nos cinq grands continents (faisant abstraction des terres antarctiques comme encore trop peu connues), *les complications de la géographie géologique y augmentent en raison de leur contour plus déchiqueté.* Ainsi l'Afrique et l'Amérique du Sud paraîtraient les moins compliquées, tandis que l'Amérique septentrionale, la Nouvelle-Hollande, l'Asie et surtout son appendice, l'Europe, et la côte africaine septentrionale, formeraient une progression croissante de complication.

Les *régions arctiques* et *antarctiques* paraissent éminemment caractérisées par la rareté des volcans en activité (M. Erebus), par la prédominance des roches schisteuses cristallines, des roches granitoïdes et d'autres dépôts massifs et primaires, y compris les houillères anciennes vers le pôle nord, où elles ne dépassent que rarement le cercle polaire. Les petits amas tertiaires qui s'y trouvent aussi semblent d'un âge comparativement récent, et non de toutes les époques de cette grande période. Le manque de terrains secondaires y indique celui des causes climatériques, ani-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

males et autres, qui ont produit ces formations dans d'autres zones du globe, circonstances particulières qui se sont continuées pendant une partie de l'époque tertiaire.

Les terrains secondaires et tertiaires associés plus ou moins à quelque *formation primaire* se remarquent surtout entre le cercle polaire et le tropique du Cancer, ou, si on veut, l'équateur; mais dans la région tropicale, considérée en entier, dominent les dépôts tertiaires, surtout les plus récents, les schistes cristallins, les roches massives granitoïdes et autres : il semble qu'il ne s'y trouve que peu de dépôts primaires et surtout très peu de houilles; l'Afrique même n'en a point offert jusqu'ici.

Au contraire, les *houillères anciennes* semblent concentrées entre le cercle polaire et le tropique du Cancer, où ces matières végétales ont pu s'accumuler plus aisément, se minéraliser, se submerger et s'émerger dans des mers peu profondes, au milieu d'un assez grand nombre d'îles; tandis que, entre les tropiques, la chaleur, trop grande encore, était défavorable à cette sorte de végétation, et les îles en plus petit nombre, puisque certaines parties tropicales des Andes feraient exception, à cause de leur élévation considérable, ce qui serait une autre raison pour assigner un âge ancien à l'origine d'une partie de ces protubérances, placées sur les mêmes lignes des grandes chaînes O. E. du globe.

Dans les *pointes australes*, on remarque, jusqu'en-deçà du tropique du Capricorne, une tendance au même rapport de distribution des divers terrains, que dans la grande zone boréale au nord du tropique du Cancer.

Si les *volcans*, comme les roches ignées, sont de toutes les zones, ils abondent surtout entre les tropiques, où se trouvent aussi d'énormes dépôts d'éruptions ignées anciennes et modernes. Ils sont en activité principalement dans les îles, ou non loin des mers, comme en Italie, au Kamtschatka, et dans les quatre ou cinq points très connus de l'Amérique moyenne et méridionale; ceux qu'on cite dans le centre de l'Asie ne sont que des pseudo-volcans du sol primaire, ainsi que les derniers voyageurs l'ont constaté (*Archiv.*, F. Russland de Erman, 1842). L'Afrique et la Nouvelle-Hollande n'en ont point présenté jusqu'ici, quoiqu'elles renferment des dépôts ignés assez modernes, tels que les basaltes. Des pseudo-volcans de houillères existent dans l'Australie.

Si les *volcans sont distribués en lignes ou en cercles* comme autour d'un cratère, c'est-à-dire, s'ils sont sur des fentes ou au pourtour de grands centres d'action, si ces derniers sont quelquefois indiqués pour d'anciens volcans par les lacs ou de grands écroulements, les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

matières ignées anciennes sont disséminées partout d'une manière analogue. Il n'y a d'autre différence, sinon que très souvent la distribution primitive de ces matières est plus ou moins effacée, qu'elles ont été démantelées ou recouvertes par d'autres dépôts; de telle sorte qu'on ne retrouve plus leur connexion originaire que par quelque effort d'imagination. Il paraîtrait même que la distribution circulaire a été plus fréquente dans les temps très anciens que dans les époques modernes, et qu'alors plusieurs parties de la surface terrestre ressemblaient aux enfoncements cratériformes de la Lune. Parmi ces anneaux circulaires granitiques, les mieux conservés sont ceux de la Bohême et de Ceylan; les traces du même phénomène se retrouvent sur les bords du Rhin moyen, où des dislocations et des soulèvements ont effacé plus tard cette forme ovalaire. Les roches granitoïdes de l'Égypte, de la Nubie et de l'Arabie, sont disposées de manière à faire croire aussi plutôt à une sortie circulaire qu'à leur disposition sur des fentes linéaires; la mer Rouge marquerait la place ouverte de l'enceinte cratériforme, et ainsi de suite.

Pour les *porphyres*, les *trachytes* et les *basaltes*, il est inutile de rappeler combien de personnes ont fait remarquer leurs alignements dans certaines directions, et leurs rapports avec des lignes de soulèvements ou de dislocations; mais il en est aussi qui sont disposés suivant des courbes circulaires, surtout quand on considère ces éruptions en petit et non en grand, ce qu'il est loisible à chacun d'observer sur de bonnes cartes géologiques. (Voyez ce que nous avons dit sur les cratères-lacs, p. 321.)

Si les *granites* et les *syénites* sont de tous les continents et presque de tous les pays, les syénites hypersténiques, les porphyres, les euphotides, les serpentines, les diorites, les trachytes et les basaltes, n'ont apparu surtout que dans certaines contrées. Il sera bien intéressant un jour, et c'est chose probable, de pouvoir diviser la terre en régions caractérisées chacune par une, deux, ou trois sortes d'éruptions ignées, et de distinguer ainsi, soit les déplacements éprouvés par les vomitoires des matières internes en fusion, soit la nature des effets plutoniques locaux avec leurs derniers appendices, les sources minérales. C'est ainsi que le Brésil, si riche en schistes cristallins, quarzites, diorites et granites, n'a présenté jusqu'ici que très peu de porphyres et une seule montagne de phonolite près de Rio-Janeiro, etc., etc.

Les localités où se trouvent les grandes accumulations des diverses roches ignées sont trop connues pour les rapporter ici. Il

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

suffit d'observer que les trachytes semblent surtout abondants entre l'équateur et le cercle polaire, et les basaltes connus jusqu'ici plutôt entre ce dernier et le tropique du Cancer, et plutôt dans des îles que dans d'autres parties du globe.

Si nous voyons *nos volcans changer le relief du sol et sa potamographie*, les volcans éteints nous offrent des accidents encore plus évidents de ce genre : témoin l'Auvergne et l'Italie. Un autre exemple de ce fait fort intéressant pour la géographie se trouve dans la démonstration donnée par notre carte, et appuyée sur des observations géologiques, que l'Amou ou Gihon coulait jadis dans la mer Caspienne, et qu'il n'a quitté ce lit pour se déverser dans le lac d'Aral que parce que des éruptions porphyriques ou trachytiques ont eu lieu dans le fond de la baie de Kula, sous la latitude de Khiva ou à peu près, et ont fermé son ancien débouché.

Si la science entrevoit que, bien antérieurement à tels événements récents, les éruptions ignées ont dû produire des effets analogues, elle est trop peu avancée pour définir exactement leur topographie géologique. Cependant il est évident que la formation houillère doit avoir été singulièrement favorisée par cette voie; car on comprend ainsi comment ces dépôts ont pu se former dans des bassins, pourquoi plusieurs ont été des dépôts terrestres et fluviatiles, tandis que d'autres se sont effectués sous les eaux de la mer. Les affaissements, les fendillements, les glissements, les submersions réitérées, qui seuls rendent raison de ce genre de terrain si accidenté, trouvent leur explication naturelle dans le voisinage et la fréquence d'éruptions ignées lors de leur formation. De même, bon nombre de dépôts arénacés primaires et secondaires ne se conçoivent que comme conséquences naturelles de phénomènes plutoniques, tout en montrant quelles destructions énormes ont subies les matières éjaculées par l'effet violent et réitéré des eaux.

L'*origine des volcans et de leurs accidents* a donné lieu à des controverses qu'il ne nous convient point ici d'examiner. Quelle qu'elle soit, elle gît dans l'intérieur du globe, et ces phénomènes ne seraient que la manifestation de l'état encore igné de ce grand noyau, faiblement encroûté de scories, d'eau et de quelques matières végétales et animales, ou de parties scoriacées remaniées par les eaux. S'il y a plus de volcans entre les tropiques que dans les autres zones, cela vient peut-être des rapports entre la chaleur et le volcanisme, rapports probablement analogues à ceux du thermo-magnétisme ou de la thermo-électricité.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Néanmoins, comme beaucoup de sources minérales et surtout thermales, ne sont que des indices d'ancienne *volcanicité* (qu'on me passe ce mot), les tremblements de terre et les éruptions volcaniques ne seraient que des effets secondaires des forces souterraines. Le noyau lui-même serait composé de divers métaux mêlés ensemble dans un certain ordre; peut-être même cet ordre pourrait-il varier un peu, du moins pour certaines portions, vu la fluidité ignée des matières, les cavités probables de l'intérieur du globe et son mouvement de rotation. La juxtaposition et le déplacement des métaux dans leur état incandescent seraient, sinon la source, du moins la cause de la production des phénomènes du magnétisme terrestre, et les variations entre certaines limites de ces accidents magnétiques se trouveraient en rapport avec les variations qui peuvent avoir lieu à l'intérieur. Les phénomènes électriques de l'atmosphère et ceux du magnétisme terrestre seraient toujours entre eux dans un rapport intime en y faisant entrer comme facteur l'influence solaire, et cette dernière cause serait en bonne partie la source des différences locales observées sur le globe dans les phénomènes électriques; les aurores boréales, par exemple, n'appartenant en grand qu'aux régions polaires, c'est-à-dire à celles où le soleil joue le moindre rôle. Les forces intérieures se manifesteraient à la surface par des tremblements de terre sans éruptions volcaniques, mais quelquefois avec échappement de gaz, lorsqu'il se ferait des déplacements violents dans la zone chambrée sous la croûte terrestre; tandis que peut-être des éjaculations véritables avec oscillation du sol ne se feraient jour que lorsque de l'eau ou même de l'air aurait accès dans les vides entre la croûte scoriacée et la partie encore incandescente.

Quant à la *distribution des restes organiques* dans les couches de la croûte terrestre, il est remarquable de trouver dans les dépôts tertiaires récents, entre les tropiques, des fossiles d'espèces non identiques avec les animaux ou les plantes existant actuellement dans les régions de cette zone, quoique son climat se rapproche le plus de ceux des âges primordiaux. Ce fait nous indique un changement climatérique total, même aux environs de l'équateur; donc il a dû exister jadis des climats ultra-tropicaux, au moins dans ces dernières parties du globe. Ainsi, M. Seale a découvert dans l'île volcanique de Sainte-Hélène un pleurotome fossile d'espèce inconnue, même sur les rivages les plus voisins; ce qui prouve bien une modification générale climatérique entre cette époque géologique récente et la nôtre.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

L'absence de fossiles jurassiques dans les deux Amériques serait un fait bien caractéristique, si ce fait se confirmait tout-à-fait. M. de Buch voudrait l'expliquer par l'absence des récifs de polypiers dans ce continent pendant l'époque jurassique, attendu que les roches de ces terrains proviendraient en grande partie de rochers produits par ces animaux (1); mais comme très anciennement les Amériques avaient déjà de vastes terrains émergés et des rivières, on serait toujours en droit de demander où sont les dépôts qui ont dû s'y former pendant cette période. On ne pourrait sortir de cette difficulté qu'en supposant que les Amériques fussent encore des surfaces sous-marines à l'époque de la submersion des îles où s'étaient déposées des houillères; mais ce sont là des hypothèses difficiles à admettre, et qui demandent dans tous les cas des connaissances bien plus détaillées que celles que nous possédons aujourd'hui.

Plus on s'enfonce dans les entrailles du globe, plus il existe de ressemblance entre les fossiles de pays très éloignés, situés même dans différentes zones, et ces similitudes se laissent poursuivre pour les genres et même en bonne partie pour les espèces. D'un autre côté, les observations de ces derniers vingt ans ont mis en évidence que, dès le principe des êtres organisés sur le globe, la complication de leurs divers groupes et la multiplicité de leurs espèces n'ont point varié des temps anciens à l'époque actuelle, autant qu'on l'avait autrefois prétendu. Au contraire, les végétaux et les animaux ont toujours eu une organisation aussi parfaite que maintenant, si on prend en considération la différence des milieux qu'ils ont habités et de ceux qu'ils habitent aujourd'hui. M. Agassiz, en particulier, a mis bien en évidence ce principe qu'on avait perdu de vue pendant longtemps. Ainsi, de même qu'un homme, malgré sa structure parfaite, se fût trouvé hors de son élément à l'époque des ichthyosaures; de même ceux-ci, quoique aussi bien organisés que nos crocodiles, ne pourraient pas subsister aujourd'hui.

A mesure qu'on descend du pôle vers l'équateur, les ressemblances des fossiles en genres et en espèces, avec l'organisation propre à la nature tropicale actuelle, augmente; et même des espèces identiques avec les vivantes se rencontrent dans certains terrains; or ceux qui sont dans ce cas ne se trouvent pas toujours dans les formations les plus récentes : témoin ceux que M. Ehren-

(1) *Séances de l'Acad. des Sc. de Berlin*, 23 avril 1838, p. 54-67, et son Mémoire, 1839.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

berg a découverts dans la craie. Plus l'organisation des animaux était microscopique, plus il semble qu'ils ont pu échapper aux catastrophes qui ont anéanti d'autres organisations.

Enfin, si les faunes et les flores fossiles offrent réellement des lacunes considérables, et surtout des contrastes frappants dans de grandes formations distinctes les unes des autres, plus aussi les fossiles y sont distribués par étages distincts, quand les circonstances favorables à la formation des divers dépôts partiels ont été nombreuses. Au contraire, moins les circonstances semblables ont varié, plus ces mêmes restes d'animaux sont mélangés. Nous avons expliqué ailleurs cette nouvelle proposition, bien établie par M. d'Archiac. (Voy. *Bulletin*, vol. XIV, p. 517 et suivantes; *Mémoires*, vol. V, part. IIe, p. 352.)

Passant à la considération des *mers du globe*, la première chose qui frappe, surtout dans une carte à projection polaire, c'est la petitesse ainsi que la circonscription méditerranéenne des mers arctiques, comparativement à l'étendue de l'Océan Austral et surtout à l'immensité de l'Océan Pacifique. Ce dernier forme à lui seul un hémisphère aqueux, proportionnellement pauvre en îles, qui toutes sont très petites; tandis que l'Atlantique n'apparaît que comme un large fleuve liant toutes les autres mers entre elles, et jouant, par rapport à la civilisation, le même rôle envers les autres océans que la Méditerranée envers les autres mers intérieures.

Quant aux contours des mers, aux entailles plus ou moins profondes des continents et à leurs parties détachées sous forme d'îles, tous ces accidents augmentent de l'équateur au pôle arctique, et ne sont, comparativement parlant, qu'insignifiants au sud de la ligne.

Entre le cercle polaire et le tropique du Cancer se trouvent les plus grandes méditerranées, ou enfoncements des mers dans les continents, et c'est aussi là que sont les remous des plus grands courants océaniques. Là encore existe la dépression à peu près la plus profonde des continents, savoir, le pourtour des mers Caspienne et d'Aral. Là enfin, les eaux ont couvert autrefois les cavités occupées d'un côté par le Sahara, de l'autre par les déserts de la Perse, du Turkestan et de Kobi. On peut même conjecturer que ces eaux se sont écoulées, soit par l'Amour et le fleuve Jaune, soit même en partie par les plaines au nord des montagnes du Ciel.

A côté des mers actuelles se trouvent très souvent des fonds d'anciennes mers ou des mers déplacées; le désert du Sahara se-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rait dans ce rapport relativement à la Méditerranée, ou, en d'autres termes, la mer du Sahara était la Méditerranée avant que celle-ci fût formée entièrement ou du moins telle qu'elle est aujourd'hui.

Les mers antarctiques et arctiques sont bordées de falaises de roches presque exclusivement anciennes, ce qui est aussi le cas pour une bonne partie de l'Océan Pacifique, surtout en Amérique et dans le S.-E. de l'Asie. Dans l'Atlantique, les côtes sont au contraire souvent à pentes douces, et bien plus fréquemment alluviales, tertiaires ou secondaires, que de formations plus anciennes; ce qui cadre avec le caractère fluviatile de cet océan, ainsi qu'avec ses étranglements et ses expansions. Remarquons de plus que cet océan n'a pas une bordure volcanique aussi complète et circulaire que la mer Pacifique, et que ses îles volcaniques sont plutôt isolées ou placées dans des directions linéaires. Il est possible que ces différences soient en quelque rapport avec l'étendue et la forme comparatives de l'Atlantique et de la mer du Sud.

En général, comme l'a fait observer M. de Hauslab, l'Atlantique septentrionale est le bassin dans lequel la série des formations paraît avoir pu le mieux se développer; ce qui n'est pas le cas au même degré pour sa partie méridionale, encore moins pour les autres mers et surtout pour la mer Pacifique et les mers polaires. Il est très probable que cette particularité de la portion septentrionale de l'Atlantique dépend de la forme de ce bassin, moins ouvert; dans tous les cas, elle a mis le sceau à l'importance civilisatrice de cette séparation des deux mondes.

Les profondeurs des mers les plus grandes se trouvent dans celles qui sont les plus larges; au contraire, celles qui sont étroites sont en général moins profondes.

Terminons par quelques mots sur les *changements de place qu'ont éprouvés les océans et les mers intérieures, des temps anciens à l'époque actuelle. Lors de l'époque tertiaire, la Méditerranée* couvrait le désert de Sahara, l'Égypte inférieure, et une partie de l'Arabie; car ce n'est que postérieurement que des affaissements et des éboulements considérables ont achevé de dessiner ses contours, et de mettre à sec ses anciennes lagunes et ses rivages. Plus tard, il y a eu probablement un moment où le détroit de Gibraltar était encore fermé, et où ses eaux s'écoulaient par la mer Rouge et même par le golfe Persique dans la mer des Indes. Ceci expliquerait, dans les dépôts méditerranéens, l'analogie des fossiles tertiaires moyens et supérieurs, soit avec les êtres encore

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vivants dans la mer Rouge et la mer des Indes, soit avec les pétrifications des mêmes âges dans le grand bassin de la mer Noire et de la Caspienne.

La *mer du Nord et la Baltique* couvraient alors toutes les plaines de la partie septentrionale de l'Europe, et un autre Océan s'étendait jusqu'au fond de la Sibérie en se liant à la Méditerranée par la mer Noire. Ce fait, ainsi que l'existence de petites mers intérieures dans l'Europe centrale, a été souvent indiqué. L'Asie-Mineure offrait de petits bassins isolés, et notre mer Noire recouvrait ses rivages actuels. Dans le sud de l'Asie, un large détroit séparait l'Indoustan anglais, sous forme d'une île triangulaire semée de lacs, d'avec les chaînes de l'Himalaya et leurs appendices. En même temps, il existait quatre grands bassins dans la presqu'île en-deçà du Gange, deux au moins en Chine, un sur les bords de l'Amour inférieur, et au moins deux en Sibérie. Enfin, comme en Europe, le centre de ce continent était recouvert par une mer intérieure considérable, et divisée également en plusieurs bassins. D'autres masses aqueuses couvraient la Perse, et formaient peut-être alors, si ce n'est plus tard, un bassin dépendant de la Caspienne, et un autre annexé à la mer des Indes.

Des portions considérables des îles de la Sonde, des Philippines, de Bornéo, de la Nouvelle-Guinée, et surtout de la Nouvelle-Hollande, étaient à cette époque sous les eaux; tandis que la plupart de nos îles volcaniques ou madréporiques actuelles n'existaient point encore à la surface de la mer des Indes et des océans malais et polynésien.

En *Amérique*, le golfe du Mexique remontait fort avant dans le Mexique, dans la Floride, dans le bassin inférieur du Mississipi, de même que dans le bassin des fleuves septentrionaux de l'Amérique méridionale. Il baignait l'extrémité méridionale des Alleghanys, ainsi que le pied de la chaîne des monts Ozark, des plates-formes mexicaines et de la Colombie. Plus loin, dans le nord de l'Amérique, s'étendait une vaste mer intérieure, comprenant le haut Mississipi et tous les grands lacs. Le golfe du Mexique avait déjà quelques îles de terrains anciens, et peut-être même de bien plus considérables que celles qu'il baigne aujourd'hui; mais ses îlots volcaniques n'existaient pas. Comme dans la Méditerranée, des affaissements, des exhaussements, des écroulements de chaînes du littoral ancien de l'Amérique méridionale, ont éloigné la mer des monts Ozark et des Alleghanys, et l'ont portée plus au S. Ce n'est que pendant ces événements qu'ont surgi les îles volcaniques.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

L'*Amérique du Nord* comptait trois îles, le bassin du Saint-Laurent séparant alors l'île chargée des Alleghanys de celle qui existait sur les bords de la baie d'Hudson, et se reliant peut-être aussi à la mer Glaciale. La plate-forme du Mexique et du Guatémala formait un appendice de l'île longue des Montagnes Rocheuses, et la chaîne des Ozark constituait une digue avancée dans les eaux. Les volcans des parties continentales de l'Amérique seraient donc contemporains de la formation des bassins mexicain et méditerranéen, tels que nous les voyons aujourd'hui.

Dans l'*Amérique du Sud*, l'Atlantique couvrait à l'époque tertiaire le grand détroit entre le Brésil, les Andes et la Guyane centrale, ainsi qu'entre la Parime et la chaîne au-delà de l'Orénoque. De là l'origine des anastomoses entre cette rivière et celle des Amazones, ainsi que le mode de partage des eaux entre certains affluents de la Plata et des Amazones. L'Amérique méridionale était donc ainsi divisée en trois grandes îles; car l'isthme de Panama n'existait point alors.

Pendant l'époque secondaire, les bassins tertiaires dont nous venons de parler étaient en grande partie en libre communication les uns avec les autres; car les formations secondaires et les soulèvements paraissent avoir fermé peu à peu, surtout dans l'ancien monde, les points de contact, ou diminué beaucoup soit leur nombre, soit surtout leur étendue. Si les anciens terrains de ce genre y ont contribué, ce fait devient bien plus évident pour les formations jurassique et crétacée : aussi voit-on le *sol secondaire inférieur* dessiner les contours de certains bassins de l'Europe centrale, comme nous le voyons sur les bords du Rhin, entre le Hartz, l'Erzgebirge et le Thuringerwald, en Angleterre, en Pologne, en Russie, etc. Il a séparé de même à cette époque le bassin sibérien de ceux d'Europe, et probablement diminué la grandeur des bassins chinois. M. de Humboldt l'a indiqué dans la vallée de l'Orénoque, et M. Schomburgk dans l'intérieur du massif cristallin de la Guyane, où se trouvent des roches trappéennes. D'un autre côté, la *chaîne jurassique* a établi de véritables murailles de séparation en France, en Suisse, dans le sud-ouest de l'Allemagne, dans la Hongrie septentrionale, l'Espagne et le nord de l'Afrique, et a donné de nouvelles formes aux bassins de la Sibérie, de la Chine et de l'Asie centrale. Puis le *système crétacé* a achevé les contours des bassins tertiaires dans tous ces pays, en particulier dans les trois péninsules méridionales de l'Europe; en même temps qu'il a isolé le Sahara de la Méditerranée, bordé l'Arabie, la Mésopotamie et la Perse méridionale, l'Indoustan (côte de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Tranquebar), la partie centrale et le nord-est de l'Asie, peut-être la Chine et Bornéo, ainsi que la Nouvelle-Hollande. On le retrouve de même sur les deux versants des Alleghanys, sur le versant sud-est des Monts Rocheux, sur plusieurs points du Mexique, de la Colombie, et des Andes du Pérou et du Chili.

Pendant l'époque primaire, nous apercevons déjà dans les *Amériques* six îles, et nous voyons les dépôts combler surtout les détroits; ce qui pourrait faire penser qu'une bonne partie de ce sol est cachée sous les roches tertiaires et alluviales, au moins dans la partie méridionale de l'Amérique, tandis qu'il n'est couvert que d'alluvions et de blocs erratiques dans l'ancien grand détroit qui s'étend du Saint-Laurent et du Mississipi à la mer Glaciale, dans la direction du N.-O., entre la chaîne à l'ouest de la baie d'Hudson et les Montagnes Rocheuses.

En *Afrique* il y avait alors un continent, ou peut-être trois ou quatre grandes îles, savoir : les trois chaînes du sud et l'embryon du grand Atlas du Maroc; tandis qu'en *Asie* on pouvait compter de trois à cinq îles, en supposant toutefois que le sol ancien de l'Asie-Mineure n'ait été lié avec les chaînes centrales de ce continent que par les dépôts ignés de l'Arménie. Les dépôts primaires ont séparé le nord de l'Europe de l'Asie, et ont dessiné, d'un côté, les premiers contours des bassins de la Nouvelle-Hollande, de l'Indoustan, de la Chine et de la Sibérie; et de l'autre, ceux de la Russie, de la Scandinavie, de l'Europe centrale, des Iles Britanniques, de la France et de l'Espagne.

Si Bornéo, Sumatra, la Nouvelle-Hollande, la Nouvelle-Zélande, la Nouvelle-Guinée, quelques terres antarctiques et arctiques, formaient plusieurs îles, l'Europe en comptait au moins dix à onze.

A cette époque reculée et à traits géologiques si effacés, probablement plusieurs îles actuelles était réunies en un tout, comme, par exemple, les Iles Britanniques et leurs appendices, la Sardaigne et la Corse, etc.

Les *marées et les grands courants* des mers actuelles avaient alors une marche et une action bien différentes, vu la position différente aussi des continents et les communications plus libres des mers; or, cette marche ne s'est rapprochée de l'état actuel que graduellement, à mesure que le globe terrestre s'encroûtait de plus en plus, et qu'il s'élevait plus de terres au-dessus des eaux. On comprend combien ces changements de place des courants et de l'action des marées ont dû influer sur la formation et la distribution des dépôts. Les progrès de la géologie nous four-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

niront un jour les moyens d'entrevoir au moins une partie des modifications qu'a subies le mouvement des mers ; peut-être même arrivera-t-on à établir des cartes de marées et de courants pour chaque grande époque géologique.

Jusqu'ici, toutefois, la science que nous cultivons n'est point assez avancée pour oser, à sa suite, nous avancer ou nous égarer plus loin dans nos conjectures ; car, pour déchiffrer tous les changements qui ont altéré les mouvements des eaux et diversifié le relief des continents, n'oublions pas qu'il faudrait aussi connaître toutes les brisures, tous les affaissements successifs éprouvés par la croûte terrestre. Or, la plupart de ces événements ainsi que leurs dates nous resteront cachés à toujours. Tout ce que nos moyens d'investigation nous permettent, c'est de reconnaître les divers soulèvements et leurs époques relatives; très rarement, répétons-le, les affaissements qui n'ont pas entraîné la submersion des terres, ou qui ont eu lieu sur le bord des mers. C'est le sein des océans qui probablement recèle les plus grandes portions affaissées, et si elles sont à chercher dans leurs plus grandes profondeurs, on les trouverait dans le grand Océan Pacifique, dans l'Océan Austral et les points milieux des parties septentrionale et méridionale de l'Atlantique. (*Voyez* la *Carte des plus grandes profondeurs des mers*, par M. de Hauslab.)

Pièces justificatives de la carte géologique du globe, ébauchée par A. Boué.

Pour les *cartes géologiques* employées, nous renvoyons d'abord au catalogue de ces cartes que nous avons donné dans notre *Guide du géologue voyageur*, vol. II, p. 476-502. Parmi les autres cartes qui ont paru depuis lors, nous avons utilisé surtout, 1° pour l'*Europe*, la carte du centre de ce continent, par M. Dechen ; la carte de la Sicile, de F. Hoffmann ; les coup s des terrains de diverses parties de l'Espagne, par M. Ezquerra del Bayo (*N. Jahrb. f. Min.*, 1836) ; la carte du royaume de la Grèce, par M. Fiedler ; la carte de la Russie d'Europe, compilée par le docteur Erman (*Archiv. f. Wissenchaft. Kunde von Russland*, vol. I, 1841).

2° Pour l'*Asie*, la carte de tout le nord de ce continent, compilée par le docteur Erman (*Archiv., etc., von Russland*, vol. II, 1842) ; la carte géologique d'une partie de l'Asie-Mineure occidentale (*Trans. geol. Soc. London*, vol. VI, part. 1), par MM. Strickland et Hamilton ; la carte routière de l'Asie-Mineure,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de M. Hamilton (*Researches in Asia-Minor*, 1841); la carte géographique et les coupes géologiques de l'ouvrage de M. Ainsworth sur la Mésopotamie et certaines parties de la Syrie, de l'Asie-Mineure et de la Perse (*Researches in Assyria*, 1838); les deux cartes de la Syrie et de la Palestine, de M. Russegger; les coupes géologiques de certains points septentrionaux et S.-O. de la Perse, par M. Fraser (ses voyages); la carte géographique de l'Arabie, par M. Jomard; les cartes d'Asie exécutées à Berlin d'après et pour la géographie de ce continent, par M. Ritter, d'abord par M. d'Oetzel, et ensuite par M. Zimmermann, ainsi que le plan des directions des chaînes dans l'Asie centrale, par M. Zimmermann.

3° Pour l'*Afrique*, les cartes d'Égypte et de Nubie, par M. Russegger.

4° Pour l'*Amérique*, outre diverses cartes des États-Unis, la carte d'une portion de la Nouvelle-Grenade, par Degenhardt (*Archiv. de Karsten*, 1839, v. XII).

Quant aux *principaux mémoires consultés*, nous nous bornerons à ajouter à la liste des ouvrages de géographie géologique cités dans notre *Guide du géologue*, v. II, p. 503-553, le petit nombre d'ouvrages dont les indications suivent, savoir :

1° Pour la *Nouvelle-Hollande*, le résumé de toutes nos connaissances sur ce continent, par M. C.-E. Meinecke (*Das Festland Australiens*, etc., Prenzlau, 1837, 2 vol. in-8°;) la partie géologique forme le chapitre 4 du 1er volume. Il serait à souhaiter qu'on eût un semblable résumé pour chaque grand continent, ou même pour chaque grand bassin géologique. — Nous avons extrait des détails sur Bornéo des *Proceedings Soc. géol. de Londres*, 8 avril 1840, et sur les Philippines des *Annal. des mines espagnoles*, v. I.

2° Pour l'*Asie*, la carte du Nord, par Erman, a été complétée par des renseignements épars dans le voyage de Wrangel, dans la mer Glaciale et la partie N.-E. de la Sibérie (*Reise langst der nordkuste von Sibirien*, Berlin, 1839, 2 vol. in-8° avec carte); mais il nous manque encore des observations sur la partie tout-à-fait boréale entre le golfe d'Obi et celui de Chatanga, qu'une commission scientifique russe est actuellement occupée à parcourir. — Pour l'Asie centrale, nous avons puisé d'intéressantes données sur l'Altaï oriental, dans un voyage de M. de Tchikatcheff (*Archiv.*, etc., *von Russland*, 1842, p. 557), et sur la Bucharie et le pays de Samarcande et de Kokan, dans la relation d'une expédition russe (*Archiv.*, 1842, p. 685-709). — Les voyages récents dans l'Afgha-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nistan, en particulier celui de Burnes, nous ont été fort utiles. Les voyages entrepris dans le Kurdistan, tel que celui de Grant chez les Nestoriens; ceux en Asie-Mineure et en Perse, tels que ceux d'Arundell, de Beaufort, de Fellow, de Moltke (*Briefe uber den Zustand, etc., in der Turkey*, 1841), de Texier, d'Aucher-Éloy, etc.; ceux en Arménie et dans le Caucase, par Brant (*Journey*, etc.), Dubois, Fellkner (*Annuaire du J. des min. de Russie*, 1837, p. 123); Koch (*Reise in Tscherkessien und den Kaukasus*, 1842), etc.; ceux autour de la mer Caspienne, par Eichwald, Fellkner (sur la rive orientale, *Annuaire du J. des min. de Russie*, 1838, p. 130). Tous ces voyages et mémoires ont été pour nous une source abondante de renseignements. Sur l'*Arabie* nous avons eu le voyage de M. Botta, et l'esquisse de la géologie d'Aden, par M. Buff (*Trans. geol. Soc. Lond.*, n. s, v. VI, part. 2, p. 499).

Sur la *Chine*, nous avons consulté en particulier les notes géologiques contenues dans les nouveaux mélanges asiatiques de Rémusat, et l'ouvrage sur la Chine, de M. Pauthier (p. 14); le mémoire sur Macao, etc., par M. Callery (*Bullet. Soc. géol. Fr.*, v. VIII, p. 234); celui sur les environs de Pékin, par Kovenko (*Annuaire du J. des min. de Russie*, 1839, p. 191); une topographie minéralogique de cet empire, par M. Pansner (*Taschenb. f. Min.*, 1818, v. XII, part. 1, p. 128-154, et part. 2, p. 363-420); et les rapports des ambassades anglaises et françaises. Sur la *presqu'île en deçà du Gange*, nous avons utilisé diverses notices insérées dans le Journal asiatique et les journaux anglais.

3° Pour l'*Afrique* nous avons utilisé les divers voyages et les notes géologiques sur l'Abyssinie, par MM. d'Abbadie, Rochet, Ruppell, Schimper, Katte et Vaupell; les rapports géologiques sur le Sennaar, le Kordofan et les rives du fleuve Blanc, par M. Russegger (*N. Jahrb. f. Min.*, *Archiv. de Karsten*, et *Annal. de Berghaus*, v. XVIII, p. 14); les notes sur l'Afrique méridionale, par le capitaine Alexandre; le résumé géologique fait par M. Hausmann, d'après MM. Hess et Herzog (*Gotting. wiss. Anzeiger*, 1837, sept., n° 146 et 147, p. 1449); la note du docteur Hehl (*N. Jahrb. f. Min.*, 1837, p. 510); celles de Krauss (*id.*, 1839, p. 61), et du docteur Schmith (*Annal. de Berghaus*, v. XV, p. 297-326); les notes sur l'Afrique occidentale, savoir : le récit d'une expédition sur le Quorra, par Laird (*Narrative*, etc., 1837); une note de M. Murchison sur quelques roches et fossiles du pays des Ashantées et de Fernando-Po (*Phil. mag.*).

Quant à l'*Algérie*, nous nous attendons à ce que notre carte sera trouvée bien imparfaite comparativement aux détails géolo-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

giques qu'on doit avoir en France sur ce pays; notre désir serait qu'on la rectifiât et qu'on y fît entrer ce que nous ignorons.

4° Pour l'*Amérique*, la géologie de la *partie arctique* s'est trouvée assez détaillée d'après les observations de Franklin, Richardson, Beechey et d'autres. On en trouve un résumé dans le 1er vol. de l'*Edinburgh cabinet-library*, 1831, p. 443-468. Sur les *États-Unis*, les divers rapports géologiques présentés à plusieurs de ces républiques, et le journal de Silliman, ont été consultés. Un mémoire récent de M. Beck a fixé le classement des dépôts crétacés au S.-E. des monts Rocheux; et un autre travail du même auteur a donné des détails sur les formations des bords de la Colombia, sur la côte occidentale de l'Amérique.

Sur le *Mexique*, nous avons profité de quelques mémoires de M. Galeotti. M. Schomburgk nous a décrit la *Guiane*, MM. Pissis et Lund, le système silurien du Brésil; M. Gardner, la chaîne secondaire septentrionale et les bassins tertiaires de cette contrée (*Bull. Soc. géol. Fr.*, etc.).

Pour la *Patagonie*, nos autorités ont été surtout MM. d'Orbigny, Darwin, Le Guillou; pour le *Chili*, MM. Gay et de Meyen; pour la *Colombie* et les *Andes*, un mémoire paléontologique de M. de Buch sur les pétrifications rapportées par MM. de Humboldt et Degenhardt (1839).

Nous avouons franchement que nous ne sommes guère content de notre carte par rapport aux détails géologiques des Andes de l'Amérique méridionale; M. d'Orbigny aura probablement des corrections et des additions à y faire. Si ce savant avait pu publier toutes ses observations géologiques, il n'en serait pas ainsi. Quant aux ouvrages de M. de Humboldt et à sa géologie des deux hémisphères, ces ouvrages nous auraient été infiniment plus utiles dans le cas où l'auteur nous eût donné ses observations telles qu'elles se trouvent consignées dans son journal de route. Si l'illustre voyageur a pu commettre des erreurs qu'explique l'état de la géologie à cette époque, il eût été facile de réparer des fautes dont il était innocent; mais n'ayant publié ses remarques que longtemps après son retour, et ayant voulu les accorder avec les classements nouveaux, on reste trop souvent avec lui dans le doute sur ce qu'on doit faire de tel ou tel dépôt. D'ailleurs l'auteur aurait dû donner plus de coupes et d'idées générales sur la distribution de chaque terrain, et préciser davantage des localités qui peuvent être claires pour lui, mais qui restent fréquemment indéchiffrables pour ceux, et c'est le plus grand nombre, à qui l'exiguïté de leur fortune interdit l'acquisition des cartes détaillées et des ouvrages

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de luxe. Espérons que la vue de notre carte lui suggérera l'idée d'esquisser une carte géologique des pays américains qu'il a parcourus, en joignant ses notes à celles qui ont été recueillies depuis lui. Ce croquis coûterait peu à ce savant; nous nous souvenons même qu'une fois il nous l'avait fait espérer, en s'entretenant avec nous des contrées qui ont été le théâtre de ses glorieux travaux.

Nous nous arrêtons ici pour ne pas grossir davantage la liste des matériaux à consulter; on a pu voir qu'ils abondent, et c'est aux géologues à juger si nous en avons tiré bon parti.

Les cartes ci-dessous désignées, exécutées avec soin par M. le colonel de Hauslab, parviendront très incessamment à la Société, et serviront de complément au mémoire que nous avons eu l'honneur de lui soumettre.

Carte géologique des volcans et des régions volcaniques du globe.
— — *du sol des schistes cristallins du globe.*
— — *du sol primaire du globe.*
— — *du sol secondaire du globe.*
— — *du sol tertiaire du globe.*
— *des sillons les plus profonds du globe.*
— *des plus grandes profondeurs des mers du globe.*
— *des plus grandes profondeurs des mers de l'Europe.*
— *des bassins hydrographiques du globe.*
— *des bassins orographiques du globe.*
— *des bassins géologiques du globe.*

Séance du 18 *mars* 1844.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

Il est donné lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

Le capitaine NEWBOLD, commissaire-assistant à Kurnool, présidence de Madras (Inde), présenté par MM. Élie de Beaumont et Viquesnel;

LARDY, inspecteur des eaux et forêts, à Lausanne (Suisse), qui demande à faire de nouveau partie de la Société.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des Savants*, février 1844.

De la part de M. Lagrèze-Fossat, sa brochure intitulée : *De l'origine du gypse dans les terrains supercrétacés du bassin du Sud-Ouest de la France*, in-8°, 29 pages. Montauban, 1843.

De la part de M. Victor Raulin, sa *Notice explicative de la carte géognostique du plateau tertiaire parisien*, in-8°, 14 p. Paris, 1843.

De la part de M. Studer, sa *Notice sur les Alpes méridionales*, in-8°, 8 pages. (Extrait des Communications de la Société des naturalistes de Berne, intitulées : *Mittheilungen*, etc.)

De la part de M. A. Catullo, sa *Lettera*, etc. (Lettre à M. C. Salina sur les terrains pleistocène et pliocène des Alpes Vénètes), in-8°, 12 pages. (Extrait du *Journal euganéen* [*Giornale Euganeo*], n° 2, 1re année.)

De la part de M. le capitaine Newbold, ses *Notes*, etc. (Notes géologiques sur les pays de Bellary et Bijapore [Inde]), in-8°, 17 pages.

De la part de M. Darwin, *Report*, etc. (Rapport d'un comité désigné pour chercher les moyens de donner une base uniforme et permanente à la nomenclature de la zoologie). In-8°, 17 pages. Londres, 1843.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1er semestre 1844, nos 10 et 11.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n° 83.

L'Institut, nos 532, 533.

Proceedings, etc. (Procès-verbaux de la Société royale d'Irlande pour l'année 1841-1842), partie VI. Dublin, 1843.

The Athenæum, nos 854, 855.

The Mining Journal, n° 146.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

COMMUNICATIONS.

M. de Wegmann lit l'extrait suivant d'une lettre à lui adressée par M. Boué.

..... J'appelle l'attention de la Société sur la *Carte géologique des environs de Berlin*, par Foerster de Benningsen (1843), comme étant la première carte où la nature du sol superficiel paraît avoir été bien étudiée, et très nettement caractérisée par la diversité des couleurs. Une telle carte est utile à l'agriculture et à l'industrie, tandis que nos cartes géologiques ne le sont encore qu'aux mineurs.

Il vient aussi de paraître à Berlin, sans nom d'auteur (probablement de M. Zeuschner), une bonne carte géologique des monts Tatra et d'une partie du nord de la Hongrie. Cette carte, avec le titre français de « *Carte géologique du Tatra et des soulèvements parallèles* » (chez Simon Schropp et compagnie), est surtout intéressante par le classement de l'ancien magma du calcaire alpin et du grès carpathique, en grès rouge secondaire, lias, calcaire jurassique ammonitifère, grès carpathique, calcaire crétacé à Nummulites, etc.

Pour ceux qui s'intéressent à autre chose qu'à la butte de Montmartre et aux spéculations géogéniques, de semblables travaux, sans viser à trop d'importance, jalonnent la science, et pour cela méritent d'être signalés.

M. Paillette communique un Mémoire sur la géologie des Asturies.

L'ordre du jour appelle la discussion du nouveau projet de règlement administratif, pour laquelle tous les membres de la Société présents à Paris ont été spécialement convoqués.

Le Président expose à l'assemblée que le règlement, imprimé en 1831, est épuisé depuis longtemps; que les lacunes qu'il présentait *dans sa partie administrative*, la seule qu'il soit permis à la Société de modifier, ont été depuis longtemps comblées, plus ou moins, par des décisions du Conseil, qui a aussi introduit à diverses époques des modifications à quelques dispositions du texte primitif; que par suite le Conseil a cru devoir ordonner la révision générale de cette

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

partie du règlement; qu'en conséquence une commission a été nommée, il y a deux ans, pour faire un travail préparatoire à ce sujet; que, depuis, M. Angelot a, d'après ce travail, rédigé un nouveau projet de règlement; que ce projet a été discuté avec le plus grand soin, à diverses reprises, dans plusieurs séances du Conseil, qui en a arrêté définitivement la rédaction sous la forme dans laquelle il va être soumis à l'approbation de la Société, article par article.

M. Cordier demande que le projet de règlement soit d'abord lu en entier à la Société, et qu'une discussion générale s'établisse sur l'ensemble du projet avant de passer à la discussion des articles. Cette proposition est adoptée, et le Président donne en conséquence lecture du projet de règlement tout entier.

MM. Cordier, Constant Prevost, Élie de Beaumont, d'Archiac, Leblanc et Angelot, prennent part à la discussion générale, à la suite de laquelle la Société maintient l'ordonnance générale du projet présenté.

On passe à la discussion des articles, à laquelle prennent part, outre les membres précités, MM. de Wegmann, Gervais, Viquesnel, Rozet et de Verneuil. Tous les articles formant les cinq premiers chapitres de ce projet sont successivement adoptés.

La continuation de la discussion est renvoyée à la séance suivante, pour laquelle tous les membres présents à Paris doivent être de nouveau spécialement convoqués.

Séance du 1er avril 1844.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

Paulin TALABOT, ingénieur des ponts et chaussées, à Nîmes (Gard), présenté par MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy;

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

GLEIZES (Auguste), colonel du génie en retraite, commandeur de la Légion-d'Honneur, rue Boulbonne, 50, à Toulouse (Haute-Garonne), présenté par MM. Leymerie et le colonel Dupuy.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Victor Bally, son ouvrage intitulé : *Eaux thermales de Lamotte-les-Bains, arrondissement de Grenoble*, in-18, 72 pages. Paris, 1844.

De la part de M. Daubrée, sa *Note sur le phénomène erratique du Nord de l'Europe, et sur les mouvements récents du sol scandinave*, in-8°, 16 p., 1 pl. (Extrait de l'ouvrage intitulé : *Voyages en Scandinavie, en Laponie*, etc.)

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1er semestre 1844, nos 12 et 13.

Précis analytique des travaux de l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Rouen pendant l'année 1843, in-8°, 270 pages. Rouen, 1844.

Mémoires de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de Bayeux, tome Ier, in-8°, 333 pages, 2 planches. Bayeux, 1842.

Proceedings, etc. (Comptes-rendus des séances de la Société géologique de Londres), nos 57 et 58, mars et novembre 1843.

Transactions, etc. (Mémoires de la Société royale d'Édimbourg), volume XV, 3e partie, in-4°, 167 pages, 3 planches, 1 carte. Édimbourg, 1843.

Proceedings, etc. (Comptes-rendus des séances de la Société royale d'Édimbourg), nos 21 et 22, in-8°. 1843.

Philosophical, etc. (Transactions philosophiques de la Société royale de Londres), année 1843, in-4°, 1re et 2e partie.

Mémorial encyclopédique, n° 167, février 1844.

L'Institut, nos 534 et 535.

L'Écho du Monde savant, nos 23 et 24.

The Mining Journal, n° 449.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

The Athenæum, nos 856 et 857.

Le Trésorier présente à la Société, conformément aux prescriptions de son règlement, le compte suivant de ses recettes et dépenses pendant le trimestre qui vient de s'écouler :

Il y avait en caisse au 31 décembre 1843.....	1,079 fr.	20 c.
La recette depuis le 1er janvier jusqu'au 31 mars dernier s'élève à.....	4,179	05
Ensemble.....	5,258	25
La dépense depuis la même époque monte à.....	3,829	60
Reste en caisse au 1er avril.....	1,428	65

Dans la recette figure une somme de 900 francs pour la rentrée de trois cotisations uniques.

Dans la dépense figure une somme de 1,052 francs pour achat de 42 francs de rentes 5 0/0.

M. Rozet lit une notice biographique sur M. Le Puillon de Boblaye, qui doit être imprimée séparément et envoyée à tous les membres de la Société.

L'ordre du jour est la suite de la révision du règlement administratif, pour laquelle les membres résidant à Paris ont été spécialement convoqués par lettres.

Après de longues discussions, auxquelles prennent part MM. Cordier, Rozet, Élie de Beaumont, d'Archiac, Rivière, Duperrey, Leblanc, Deshayes, Boubée, Viquesnel, Walferdin, de Wegmann, Bontemps et Angelot, les trois derniers chapitres du projet de règlement sont successivement votés, article par article, et adoptés après quelques modifications.

On passe au vote sur l'ensemble du règlement administratif ainsi revisé. Ce règlement est adopté.

La Société décide qu'il sera imprimé avec une pagination particulière, pour pouvoir être placé en tête du 1er volume de la 2e série du *Bulletin;* que, de plus, il en sera tiré à part un nombre suffisant d'exemplaires pour être remis à l'avenir aux nouveaux membres, lors de leur entrée dans la Société. Il sera précédé de l'Ordonnance du roi du 3 avril

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1832, qui a reconnu la Société géologique comme établissement d'utilité publique, et du règlement constitutif approuvé par cette ordonnance.

Séance du 15 avril 1844.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. le Président proclame membre de la Société :

M. DE BOISVILLETTE, ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Chartres, présenté par MM. Leblanc et Raulin.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, le *Journal des Savants*, mars 1844.

De la part de M. le marquis Achille Jouffroy, sa brochure intitulée : *Quelques mots à MM. les directeurs du chemin de fer de Paris à Versailles* (rive gauche), in-8°, 27 pages. Paris, 1844.

De la part de M. Ch. d'Orbigny : *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, tome IV, 45e et 46e livraisons.

De la part de M. d'Omalius d'Halloy, sa brochure ayant pour titre : *Deuxième note sur la classification des races humaines*, in-8°, 24 pages. (Extrait du tome XI, n° 3 des *Bulletins de l'Académie royale de Bruxelles.*)

De la part de M. Eugène Robert : *Voyages de la commission scientifique du Nord en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux îles Feroë pendant les années* 1838, 1839 *et* 1840, etc. — *Géologie, minéralogie et métallurgie;* par M. Eugène Robert, in-8°, 210 pages. Paris.

De la part de M. Lacordaire, son *Mémoire sur les projets de canaux à points de partage destinés à joindre la Saône à la Meuse, à la Moselle et à la Meurthe*, in-4°, 127 pages, 5 cartes. Dijon, 1843.

De la part de M. le marquis Lorenzo Pareto, son ouvrage

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

intitulé : *Sulla costituzione*, etc. (Mémoire sur la constitution géognostique de la Capraja et de la Gorgona, lu au Congrès de Florence, en septembre 1841), in-8°, 20 pages, 3 pl. (Extrait du *Giornale toscano di scienze mediche, fisiche e naturali*, no 6, t. I, 1843.)

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1er semestre 1844, nos 14 et 15.

Bulletin de la Société de géographie, n° 1, janvier 1844.

L'Institut, nos 536 et 537.

L'Écho du Monde savant, nos 26—29.

The Mining Journal, nos 450, 451.

The Athenæum, nos 858, 859.

Le Président soumet à l'approbation de la Société la décision du Conseil du 19 janvier dernier, par laquelle le prix de chaque demi-volume des *Mémoires* de la 2e série est fixé à 8 francs, et les motifs qui ont obligé le Conseil à prendre cette détermination.

Cette décision est approuvée par la Société.

M. Destourbet présente à la Société quelques échantillons de roches et un corps qu'il désigne comme serpuliforme, recueillis aux environs de Dijon dans la formation oolitique.

M. Angelot termine la lecture du Mémoire suivant, commencée dans la séance du 19 février dernier.

Sur le granite des Hautes-Pyrénées, par M. Alluaud aîné.

Dans la séance du 6 juin 1842, M. Angelot a signalé à l'attention de la Société géologique, comme un fait nouveau, les veines saillantes de granite formant des rhombes et des losanges à la surface même de quelques masses granitiques qu'il avait observées aux environs de Cauterets, dans les Pyrénées (1).

Depuis longtemps ces veines saillantes avaient été remarquées par divers géologues, sur les granites qui constituent l'axe central de cette chaîne de montagnes, passant par le Monné, Cauterets, Bergons et Néouvielle. Ramond les a décrites page 24 de son

(1) *Bulletin de la Société géologique*, tome XIII, pages 380—382.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Voyage au Mont-Perdu, et le dessin qu'il en donne, pl. I, fig. 3 du même ouvrage, reproduit les bandes saillantes et croisées d'un rocher dépendant du massif de Néouvielle, et qui se trouve entre le troisième et le quatrième des douze lacs que l'on rencontre en montant de Lienz au sommet de ce pic.

Dans son *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées*, M. de Charpentier a également décrit (page 158) cette disposition particulière du granite de ces montagnes sous le titre de filons de granite dans le granite.

L'observation de M. Angelot n'est donc point nouvelle; mais elle n'en a pas moins le mérite de rappeler un fait qui me semble avoir aujourd'hui plus d'importance que les anciens géologues de l'école neptunienne ne pouvaient lui en attribuer.

Ces veines de granite sur le granite, dont j'ai moi-même examiné la disposition, dans différents voyages aux Pyrénées, forment des saillies sensiblement arrondies de 6 à 7 centimètres d'épaisseur et de 3 à 4 centimètres d'élévation.

Elles s'étendent en ligne droite sur trois et quelquefois sur quatre lignes à peu près parallèles, et dont la longueur, ordinairement inégale, est rarement de plus de 4 à 5 mètres. Une deuxième série de lignes également parallèles, et éloignées entre elles, comme les premières, de 3 à 5 décimètres, croisent celles-ci sous des angles qui paraissent à peu près semblables au premier coup d'œil, quoique le plus souvent ils diffèrent beaucoup entre eux.

Le croisement de ces lignes, comme l'a dit M. Angelot, forme des rhombes, des losanges; mais il arrive aussi, et nous verrons plus tard combien cette remarque est importante, que le prolongement des lignes au-delà des rhombes circonscrits ne présente que les angles obtus et aigus qui se trouvent opposés au sommet des angles internes de ces figures, sans que cette brusque interruption des bandes saillantes soit causée par aucun accident de terrain, tel que faille, affaissement ou soulèvement partiel du granite massif dont ces bandes font partie.

Sur les blocs éboulés de ces granites veinés, les bandes saillantes n'existent que sur une seule face. Celle qui est opposée à la surface veinée et les côtés de ces blocs n'en offrent aucune trace.

Le granite des veines saillantes est identiquement le même que celui de la masse dont il fait partie On y trouve les mêmes variétés de feldspath blanc, de quarz un peu gris et de mica noir, unies dans la même proportion et avec un égal degré de cohésion. Ce granite et presque tout celui de l'axe central de la chaîne des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Hautes-Pyrénées, ne présente aucun indice d'altération et de décomposition, tandis qu'aux deux extrémités de la chaîne, dans les Pyrénées-Orientales et dans les Basses-Pyrénées, la plupart des granites sont désagrégés et décomposés.

M. Angelot dit que les veines saillantes du granite ne se sont présentées à lui que sur des surfaces horizontales ou qui lui ont paru à peu près telles, et que M. Viquesnel, qui en a observé en montant de Barèges au pic de Néouvielle, pense que ces surfaces veinées étaient là dans une position assez inclinée. D'après mes souvenirs, c'est aussi sur des plans plus ou moins inclinés que j'ai remarqué ces systèmes de veines dans différentes localités.

Au surplus, si la position des veines saillantes était en général horizontale, il faudrait en conclure que leur position primitive était perpendiculaire ; car dans la vallée de Cauterets, le granite est souvent couronné par des rochers (schistes argileux, ardoises, trappite, calcaire saccharoïde) dont les couches reposent verticalement et directement sur le granite. Or, si ces couches ont été redressées par les soulèvements de ces montagnes, les bases granitiques qui leur servent de support l'auraient été aussi. Quoi qu'il en soit, il serait difficile de concevoir que, dans des terrains aussi tourmentés que ceux des Pyrénées, les assises supérieures du granite eussent conservé leur position primitive. Cette considération suffit pour expliquer les positions plus ou moins inclinées dans lesquelles se trouvent les surfaces veinées du granite, et montrer que ces positions sont entièrement indépendantes de la cause qui peut être attribuée à leur formation.

Quiconque a vu les veines saillantes de ces granites, dont on ne connaît point d'exemples dans d'autres contrées, a dû se préoccuper de la cause qui les avait produites.

Ramond, qui croyait voir des cristaux dans les prismes de granite pentagonaux cunéiformes de Néouvielle, attribuait ces veines à l'effet d'une sorte de cristallisation en réseau qui aurait précédé la cristallisation des masses.

Voici, au surplus, ce qu'il dit à ce sujet :

« Les éléments du granite qui ont cristallisé les premiers se sont » souvent réunis en grandes lames diversement croisées et entre » lesquelles le résidu a cristallisé à son tour. Les granites de la » partie occidentale de Néouvielle en offrent un exemple remar- » quable ; ils sont coupés dans tous les sens par des plans où les » éléments de la roche sont agrégés dans un ordre particulier. Ces » plans résistent fortement à la destruction ; ils se dessinent sur les » surfaces exposées à l'air par des bandes saillantes qui se croi-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

» sent sous différents angles, et qui sont d'autant plus apparentes » que la cristallisation de l'ensemble a été plus régulière. »

Cette opinion n'avait rien d'extraordinaire à une époque où Patrin, après Wallerius et Linné, voyait aussi des cristaux dans les colonnes des basaltes. Elle serait fondée si les angles sous lesquels se croisent les bandes saillantes étaient constants, et si le feldspath, se trouvant dans ces veines en plus grande proportion que dans le reste de la masse, y offrait, par son clivage, quelque indice d'une cristallisation régulière. Mais, je l'ai dit, mes échantillons sous les yeux, le granite des veines est semblable à celui des masses. Les mêmes principes constituants, les mêmes variétés de ces principes, y sont mélangés confusément dans les mêmes proportions; donc les veines saillantes ne sont pas le produit d'une cristallisation régulière.

Il n'est pas rare de rencontrer dans ces granites, de même que dans ceux de tous les pays, des veines de quelques centimètres d'épaisseur de feldspath presque pur et qui sont ou de petits filons, ou le résultat de la cristallisation; mais ces veines sont ordinairement isolées. Elles ne forment point de saillies à la surface des masses et n'ont aucun rapport avec les bandes saillantes qui nous occupent.

Représenteraient-elles, suivant M. de Charpentier, des têtes de filons de granite dans le granite, dont le relief eût été rendu sensible par une altération plus grande de la roche massive que de la roche en filon?

Les théories de l'école neptunienne, on le sait, expliquaient, d'une manière plus ou moins spécieuse ou satisfaisante la formation de ces groupes, de ces amas de petits filons de quelques mètres d'étendue. M. de Charpentier, qui appartenait à cette école, a dû penser, sous l'influence de ces théories, que les bandes saillantes des granites veinés étaient des filons dont l'origine provenait d'un retrait du granite très peu postérieur à la formation de cette roche, de manière que le fluide duquel elle s'était précipitée renfermait encore des éléments granitiques qui se seraient déposés dans ces fentes et qui les auraient remplies.

Cette explication ne se concilie point avec les principes assez généralement adoptés de l'école plutonique. Elle devrait au moins être modifiée en ce sens que les fentes des filons, au lieu d'avoir été comblées du haut en bas par voie de précipitation, l'auraient été de bas en haut par voie d'injection et de soulèvement, et alors cette explication n'offrirait point de différence essentielle avec celle de M. Angelot que je vais examiner.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Après avoir émis l'idée que les granites veinés pourraient bien appartenir aux plus anciennes assises du globe terrestre, cet auteur a été conduit par de nouvelles réflexions à proposer une autre hypothèse qui donnerait à ces veines une origine beaucoup plus récente (1).

« Lors de leur soulèvement, a-t-il dit, les masses granitiques, » d'une épaisseur incomparablement plus grande que les assises » des colonnes basaltiques, auraient été divisées, comme ces der- » nières, en prismes (2).

» Quand de faibles fendillements ont commencé par les retraits » à la partie supérieure (des colonnades basaltiques), qui était la » surface de plus grand refroidissement, l'intérieur n'était déjà » plus liquide ou plus assez liquide pour remplir les fissures et re- » lier ainsi les prismes entre eux..... Mais, poursuit M. Angelot, il » n'en aurait pas été de même pour les granites dont la contraction » cubique est deux fois et demie, et la dilatation linéaire près de » trois fois aussi considérable que celle du basalte. Les masses » granitiques, lors de leur apparition au jour, n'étant saisies par le » froid que par la partie supérieure et restant en communication » avec le foyer intérieur, les retraits auraient dû être nécessaire- » ment plus considérables, les fentes plus grandes dans la surface, » qui se serait gercée après la solidification. Le granite, encore » liquide à peu de profondeur, aurait pu surgir par ces fentes et » relier ainsi, par un nouveau ciment granitique, les parties dis- » jointes, les prismes de granites. Puis ce ciment lui-même, assez » promptement refroidi et solidifié, aurait présenté un peu plus » de résistance à l'action du temps que les prismes qu'il avait » réunis. Il a produit alors en relief à la surface les veines dessi- » nant les rhombes qui sont en quelque sorte la contre-empreinte » de prismes à base de parallélogrammes obliquangles. »

Quelque plausible et ingénieuse que soit cette explication, que M. Angelot n'a présentée toutefois qu'avec une extrême réserve, je ne puis l'adopter.

Et d'abord, si les masses de granite soulevées s'étaient divisées en prismes droits sur une épaisseur de plusieurs myriamètres, ces prismes se seraient probablement aussi bien conservés que les

(1) Séance du 7 novembre 1842. *Bulletin*, tom. XIV, p. 52 et suiv.

(2) Ces quatre lignes ne sont pas *textuelles*, comme pourraient le faire croire les guillemets; l'auteur a analysé suivant la manière de voir qu'il me prêtait au lieu de copier textuellement. Je n'accepte pas l'expression de mon idée sous cette forme. (*Note de M. Angelot.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

colonnes de basalte. On devrait du moins en retrouver quelques exemples, ne fût-ce que dans les grands plateaux granitiques où un ciment de granite récent ne les aurait pas réunis ; et ces exemples n'ont été signalés nulle part.

Remarquons ensuite que si la division prismatique du granite des Pyrénées était le résultat d'une loi générale de leur contraction et de leur retrait, les surfaces veinées de ces granites se retrouveraient presque partout, tandis que leur rareté relative tend à prouver qu'elles n'ont été produites que dans des circonstances locales et purement accidentelles.

La contraction du granite des Pyrénées s'est opérée, comme dans tous les grands plateaux de granite, par des fêlures qui en ont divisé les masses en blocs amorphes irréguliers et plus ou moins volumineux, ainsi que l'attestent les innombrables blocs éboulés qu'on trouve au pied des escarpements de ces montagnes. Les surfaces veinées de ces granites, d'après mes souvenirs, dont je n'oserais cependant pas garantir ici l'exactitude, présentent elles-mêmes les joints naturels de ces fêlures sans causer aucune déviation dans la direction des bandes saillantes. Les masses qui en portent l'empreinte auraient donc subi les effets ordinaires du retrait qu'on remarque dans toutes les roches granitiques, ce qui exclut l'idée d'une contraction analogue à celle qui a produit les colonnes de basalte.

Dans la supposition si peu vraisemblable de la division prismatique du granite veiné, comment expliquer le prolongement des veines au-delà des lignes qui circonscrivent les quatre côtés des rhombes?

On conçoit jusqu'à un certain point que le retrait du granite eût pu en diviser les assises en prismes irréguliers comme il les a divisées en masses amorphes d'un volume variable; ce qu'on ne comprend pas, ce sont ces gerçures de quelques décimètres de profondeur seulement qui, en s'étendant au-delà des rhombes, forment des angles semblables aux angles internes des figures au sommet desquels ils sont opposés. Les poteries, après leur retrait à la cuisson, offrent parfois des gerçures, des fentes, des fêlures étoilées analogues ; mais il y a si loin de ces effets accidentels sur une couche de pâte peu épaisse à ces gerçures gigantesques qui se prolongeraient au-delà des divisions prismatiques depuis les assises supérieures du granite jusqu'au foyer d'où il est sorti, qu'il est permis d'élever des doutes sur un effet de contraction aussi extraordinaire et dont les basaltes eux-mêmes ne présentent aucun exemple.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Pour expliquer la formation des bandes saillantes du granite, il ne suffisait pas d'admettre le soulèvement du liquide ou de la pâte granitique qui aurait rempli les filons de M. de Charpentier ou comblé les intervalles qui séparaient les joints des prismes hypothétiques de M. Angelot ; il a fallu supposer encore que le granite des veines saillantes était moins altérable que celui de la masse, et que le relief des veines est dû à la décomposition et à la disparition des parties environnantes du granite massif. Sans cette circonstance particulière, il est évident que le granite cimentaire injecté, au lieu de se montrer sous la forme de bandes saillantes, ne se serait manifesté que par des dépressions linéaires d'autant plus profondes que la contraction de la roche injectée aurait été plus grande. L'altération du granite massif l'aurait donc pénétré sur une épaisseur telle, qu'elle aurait effacé les dépressions du granite cimentaire et les aurait remplacées par les bandes saillantes de cette roche, hypothèse que mes observations rendent inadmissible.

Si ces veines avaient été produites ou mises en relief par l'altération et la disparition du granite massif, comment se ferait-il que la même altération n'aurait eu lieu ni sur les faces qui bordent les arêtes des prismes, ni sur les plans opposés aux surfaces qui portent l'empreinte des veines saillantes? Serait-ce parce que ces parties des prismes auraient été plus longtemps à l'abri du contact de l'air et des injures du temps? cela n'est pas probable. Les blocs épars du granite qui se sont détachés de ces montagnes à l'époque de leur dislocation et de leur soulèvement n'offrent dans la chaîne centrale aucune trace d'altération et de décomposition. C'est à la même époque géologique que les surfaces veinées ont dû être dénudées ; l'action des intempéries de l'atmosphère a agi pendant le même temps sur la roche en place et sur les blocs qui en ont été détachés ; les effets de cette action, s'ils étaient appréciables, se feraient aussi bien remarquer sur l'une que sur les autres; et, puisqu'il n'en reste aucun indice, puisque la cohésion du granite massif n'est pas moins grande que celle du granite des bandes saillantes, il est évident que la roche massive n'a pas été altérée et que le relief des bandes saillantes a nécessairement une autre cause que celle que MM. de Charpentier et Angelot lui ont attribuée.

L'égal état de conservation dans lequel se trouve le granite des bandes saillantes et celui des masses qui leur servent de support est un fait qu'on s'explique très bien, en considérant que ces roches identiquement semblables sont le produit d'une seule et même

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

formation, tandis qu'on ne conçoit pas, avec les hypothèses de MM. de Charpentier et Angelot, pourquoi le granite massif, composé des mêmes principes et ayant la même origine que celui des veines saillantes, aurait moins bien résisté aux influences du temps et des météores atmosphériques que la roche des veines saillantes dont le soulèvement aurait suivi de si près la formation et la contraction de la roche massive.

Toutefois, voici une observation importante que je tiens d'autant plus à rapporter ici, qu'elle me semble aussi favorable à l'hypothèse de M. Angelot qu'à celle que je me propose d'y substituer.

La chaîne centrale des Hautes-Pyrénées renferme des granites de composition et d'âge différents qui se sont soudés et cimentés en formant une sorte de brèche entièrement granitique. Plusieurs anciens géologues, dont je regrette de ne pouvoir indiquer les noms et les ouvrages, ont signalé cet état d'agrégation que M. de Charpentier a décrit, avec l'exactitude qui lui est habituelle, page 158 de son *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées.*

Cette espèce de brèche se compose de fragments de granite très micacé, à grains fins, dans lequel l'amphibole noir se substitue quelquefois au mica de même couleur Cette substance n'y est pas seulement disséminée entre les grains de quarz et de feldspath; elle est interposée entre les lames des cristaux de feldspath, dont elle masque tellement la présence qu'il serait difficile de la reconnaître si elle n'était décelée par les reflets chatoyants qui s'en dégagent à la lumière.

Ces masses, dont le volume varie de quelques centimètres à plusieurs décimètres cubes, et dont les angles sont assez vifs et quelquefois émoussés et arrondis, sont fragmentaires et fort irrégulières. Elles sont implantées isolément et cimentées par un granite peu micacé, d'un grain plus gros, et dont la blancheur des principes constituants contraste avec la couleur beaucoup plus foncée du granite fragmentaire.

Ces deux roches n'offrent point de passage insensible de l'une à l'autre. Les masses du granite fragmentaire forment des taches noirâtres très bien limitées sur la surface blanche du granite dans lequel elles sont empâtées.

Ce granite bréchiforme se trouve dans toute l'étendue de l'axe central de la chaîne des Hautes-Pyrénées; mais c'est principalement dans la vallée de Cauterets que j'en ai observé les exemples les plus remarquables (1).

(1) Dans un mur à pierres sèches qui, en arrivant à Cauterets, sépare

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La pâte granitique de cette brèche est semblable au granite dont certaines surfaces portent l'empreinte des bandes saillantes. Elle ne se distingue de ce granite que par les contours irréguliers et la couleur plus foncée des noyaux de granite à grains fins qui y sont disséminés.

M. de Charpentier considérait ces noyaux comme étant contemporains du granite qui les contient, et comme étant le résultat d'un mode de précipitation et de cristallisation qui aurait modifié partiellement, sur des étendues très peu considérables, la constitution générale de la roche.

L'état d'agrégation dans lequel se trouvent ces deux espèces de granite me paraît au contraire constituer une véritable brèche, dans laquelle des fragments d'un granite préexistant ont été empâtés et enveloppés dans la masse d'un granite de composition différente et d'une formation moins ancienne.

En admettant, suivant mes convictions, que telle est la nature et l'origine de cette roche, on reconnaîtra l'analogie qui existe entre sa formation et l'explication que M. Angelot a donnée de celle des bandes saillantes : certes, la même pâte ou le même ciment granitique qui a enveloppé les fragments du granite préexis-

---

la route de la prairie qui borde la rive droite du Gave, au dessous du parc, se trouve un bloc roulé de cette brèche granitique, cubant plus d'un demi-mètre, ressemblant à un véritable poudingue. Près de la moitié de cette masse se compose de noyaux fragmentaires dont les diamètres varient de 6 à 10 centimètres. La pâte de granite qui les unit fait une saillie d'environ 2 centimètres au-dessus des noyaux qui, par la manière dont ils sont enchâssés, reproduisent, sur une grande échelle, l'image des poudingues entièrement siliceux dont le ciment s'est détaché, par un léger choc, de la surface arrondie des noyaux de quarz.

La saillie que le ciment granitique fait au-dessus des noyaux de granite m'a paru provenir d'une cause analogue, et non d'une altération qui aurait détruit et creusé la surface apparente de ces noyaux. De même que dans l'exemple des poudingues quarzeux, les saillies du ciment granitique sont le résultat de son peu d'adhérence à la surface des noyaux d'où il s'est détaché, soit par l'effet des chocs qu'il a éprouvés en roulant, soit tout simplement par un effet de dilatation et de contraction que les changements de température auraient suffi pour lui faire éprouver, lorsqu'il ne forme à la surface des noyaux qu'une croûte peu épaisse.

Le chemin qui conduit de la grande route à l'ardoisière située sur la rive gauche du Gave est bordé de murs : dans celui de droite, en descendant, j'ai observé, pendant l'été de 1840, de fort beaux échantillons de granite bréchiforme dont les masses avaient été nouvellement refendues.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tant aurait pu également réunir et souder de longs prismes de granite en comblant les intervalles qui les séparaient. Cette hypothèse offrirait même un haut degré de certitude si, à la similitude qui existe entre le granite des veines saillantes et la pâte granitique de la brèche, se joignait une égale ressemblance entre les noyaux fragmentaires de la brèche et les prismes hypothétiques de M. Angelot. Mais, nous l'avons déjà dit, ces deux roches diffèrent essentiellement entre elles par la variété des espèces qui les constituent, par leur proportion et leur état d'agrégation, et cette circonstance concluante, donnant une nouvelle force aux considérations que j'ai opposées à l'hypothèse de M. Angelot, me semble en compléter victorieusement la réfutation.

Non, les veines saillantes du granite des Pyrénées ne sont ni le produit d'une cristallisation imparfaite, ni des filons de granite dans le granite, ni des soudures qui auraient comblé ou réuni les intervalles qui auraient séparé les joints des prismes qui se seraient formés sous l'influence du retrait ou de la contraction du granite massif.

Ces veines saillantes me semblent la contre-empreinte d'un moulage en relief du granite sur les scissures creuses des assises d'une roche cristalline préexistante, et probablement du granite ancien très micacé d'où les noyaux du granite bréchiforme se sont détachés par l'effet des chocs et des secousses que le soulèvement de la pâte granitique qui les a enveloppés leur a nécessairement fait éprouver. Et ces empreintes offrent, sur une grande échelle, l'image des nervures que certaines poteries présentent, après leur cuisson et leur retrait, à la jonction des différentes parties du moule dans lequel on les a façonnées.

Sous quelque face qu'on examine les joints naturels qui séparent les masses amorphes des roches cristallines non stratifiées, suivant un plan horizontal ou suivant un plan vertical, ces joints se montrent en lignes droites et entre-croisées et dont les angles opposés au sommet sont presque toujours égaux.

Telle est aussi la disposition des bandes saillantes qui se montrent à la surface du granite des Pyrénées; et je suis d'autant plus porté à les considérer comme représentant en relief les scissures des assises d'une roche préexistante, que j'ai remarqué des empreintes semblables sur une roche massive d'amphibolite pure auxquelles il serait difficile d'attribuer une autre cause.

Remarquons encore, à l'appui de ces conjectures, que la similitude parfaite qui existe entre les masses du granite veiné et du granite bréchiforme prouve que ces roches appartiennent à une

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

seule et même formation, et que l'impression des bandes saillantes est un fait purement accidentel et local.

Objectera-t-on que la roche granitique qui a enveloppé et cimenté les noyaux du granite ancien aurait dû également se souder et faire corps avec les assises de la roche dont les bandes saillantes reproduisent la disposition des joints qui les divisaient? Ma réponse sera facile.

Lorsque la pâte granitique a enveloppé les noyaux fragmentaires du granite ancien, cette pâte n'était pas dans un état complet de fusion ignée. S'il en eût été autrement, si la fluidité, la liquéfaction des principes constituants du granite eût été complète, la masse de la roche fluide étant incomparablement plus grande que celle des noyaux fragmentaires, elle aurait fait entrer ceux-ci en fusion, et alors les deux variétés de granite se seraient pénétrées, cimentées, confondues et ne présenteraient que des masses homogènes, ou du moins offriraient au contact des deux roches une variété intermédiaire résultant de leur pénétration réciproque.

Rien de tout cela n'a eu lieu. Les noyaux du granite ancien n'ont subi aucune modification apparente; donc le fluide granitique qui les a réunis avait perdu une partie de son calorique, de sa fluidité, et se trouvait dans cet état pâteux qui ne nous est pas connu, mais qui a dû précéder le moment où il se solidifiait en cristallisant.

C'est aussi dans cet état, et lorsque le refroidissement de la masse était nécessairement plus avancé encore, que la pâte granitique a pu se mouler et conserver l'empreinte des joints du granite ancien, sans cependant conserver encore assez de fluidité et de chaleur pour se souder avec lui comme il s'est soudé et cimenté avec les noyaux fragmentaires qui s'en étaient détachés.

Sans adhérence avec les assises contre lesquelles se sont moulées les surfaces veinées du granite, celles-ci auraient été dénudées et mises à jour dans quelques localités par suite du dernier soulèvement et de la dernière dislocation dont les monts Pyrénées conservent tant de traces.

L'ensemble de ces considérations me semble justifier l'hypothèse par laquelle j'ai essayé d'expliquer la formation des veines saillantes du granite des Hautes-Pyrénées. Quelque simple et naturelle qu'elle soit, ce n'est toutefois qu'avec une extrême réserve que je la soumets à mon tour à l'examen de la Société géologique, tant l'esprit s'égare aisément dans le labyrinthe des hypothèses, lorsqu'il s'y est une fois laissé entraîner.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. V.-F. Angelot fait suivre ce Mémoire de la réponse suivante :

Dans une lettre que M. Alluaud m'a fait l'honneur de m'adresser avec cette notice, il m'annonce qu'il a écrit cette dernière sous l'influence de souvenirs qui remontent à plus de quarante années ; qu'il a revu, il est vrai, les Pyrénées deux fois depuis, et notamment, je crois, dans l'été de 1840, mais qu'alors l'état de sa santé l'ayant obligé à côtoyer le fond des vallées, il n'a pu observer de nouveau que quelques-uns des faits qu'il signale. Il soumet enfin ses vieux souvenirs au contrôle des miens et me prie, avec beaucoup trop de modestie, de ne communiquer sa notice à la Société qu'autant qu'elle me paraîtra digne de l'intéresser.

Mes souvenirs datent eux-mêmes de l'été de 1840 ; je ne puis donc contrôler utilement les souvenirs de l'auteur. Je n'ai observé alors qu'*en promeneur* et non *en géologue ;* je supposais que ces veines saillantes du granite n'étaient nouvelles que pour moi. Je ne pensais pas à en entretenir la Société ; si j'eusse eu alors l'idée d'en faire l'objet d'une communication, j'aurais fait sur place un travail précis de description et pris des mesures exactes de tout ce qui pouvait se rapporter à ces phénomènes ou aider à leur explication ; mais je n'en ai parlé que deux ans plus tard, parce que, ainsi que je l'ai dit page 382 du tome XIII du *Bulletin*, ce fait avait paru nouveau à M. Élie de Beaumont, dont l'esprit généralisateur s'inspire toujours d'une étude approfondie des détails et d'une vaste érudition de toutes les parties de la science. Depuis ce temps, l'année dernière, mon ami M. Viquesnel m'a fait connaître que Ramond avait parlé de ce granite sous le nom de *granite à bandes saillantes*, et en attribuait lui-même la première mention au baron de Dietrich, qui l'aurait observé le premier dans le voisinage de Pierrefitte. Si je l'eusse su antérieurement, je me serais bien gardé, comme on peut le penser, de présenter ce fait comme nouveau dans la science.

La notice de M. Alluaud me paraît intéressante par les faits qu'elle signale, malgré ce que peut laisser d'incertitude à leur égard l'éloignement des souvenirs de l'auteur dont quelques uns ne sont pas tout-à-fait d'accord avec les miens ; ainsi je ne crois pas avoir vu de veines atteignant à beaucoup près le maximum de largeur et de saillie qu'indique M. Alluaud, mais cela n'empêche nullement que M. Alluaud en ait vu. Quant à son hypothèse sur l'origine de ces veines, tout le monde concevra

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

qu'il lui faudrait un caractère d'évidence bien grand, que peut-être ne lui trouve pas son auteur lui-même, pour me la faire adopter, par cela seul que j'en ai émis une autre, non sans y avoir bien réfléchi. Je serais donc juge assez peu impartial de l'hypothèse de M. Alluaud, et il me siérait mal d'en priver la Société, dont beaucoup de membres peut-être pourront la préférer à la mienne.

Ces veines ne seraient, suivant M. Alluaud, que du granite à l'état pâteux moulé en sous-œuvre sur du granite fissuré qui lui aurait été superposé. Je n'examinerai pas si cette interprétation serait bien admissible pour expliquer ce fait, particulier sans doute à la chaîne des Pyrénées, mais qui se reproduit cependant en plusieurs points sur un espace assez étendu; si l'on peut y trouver une explication bien suffisante de ce qu'il y a de symétrique, en apparence du moins, dans la position de ces veines; si l'objection faite à mon hypothèse que le fait devrait se représenter ailleurs n'est pas également applicable à celle-là, que je n'ai pas l'intention de discuter, etc., etc.; je me contenterai de repousser quelques unes des objections que son auteur a faites à la mienne, que je n'ai d'ailleurs avancée et que je ne maintiens qu'avec une extrême réserve.

Je crois que ce qui a le plus prévenu M. Alluaud contre mon hypothèse, c'est l'idée qu'il s'est faite, je ne sais trop pourquoi, que je l'appuyais sur la conception de gigantesques prismes de granite qui auraient eu plusieurs myriamètres de hauteur.

Je n'ai pensé et dit rien de semblable; j'ai parlé, il est vrai, de l'épaisseur des masses granitiques de plusieurs myriamètres de profondeur, opposée à celle, peu considérable relativement, des nappes basaltiques, pour faire sentir la lenteur bien plus grande du refroidissement dans l'intérieur des masses granitiques, et il suffit de lire ma note du 7 novembre 1842 pour s'en assurer. Mais, loin d'admettre que les prismes de granite dont je parle aient eu plusieurs myriamètres de hauteur, je pense qu'ils ont dû être très peu élevés, et j'ai de la peine à croire qu'ils aient pu atteindre au-delà de quelques mètres. Cela ressort évidemment du passage même de ma note que M. Alluaud vient de consigner textuellement dans la sienne et dans lequel je dis positivement : « Le granite, encore liquide *à peu de profondeur*, aurait pu surgir » par ces fentes, etc. » Ceux des blocs de granite qui n'offrent des veines saillantes qu'à l'une de leurs faces, me paraissent confirmer cette idée.

Les prismes ont dû se former par retrait, au moment de la so-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lidification superficielle, et jusqu'à la profondeur où la solidification s'est opérée du même coup, parce que, dès cet instant, l'énorme contraction du granite dans son passage de l'état liquide à l'état solide a dû amener ce résultat; mais cette solidification n'a pu probablement s'étendre de suite qu'à une petite profondeur. Les prismes n'ont dû être en quelque sorte que des plaques prismatiques que leur pesanteur spécifique plus grande a dû tendre à enfoncer dans le liquide ou la pâte qu'ils surmontaient, et, dès lors, le granite pâteux a dû surgir par les fissures, et former, même dès cet instant, à la surface du granite, des veines pâteuses saillantes qui se sont solidifiées peu après.

Si le prolongement en ligne droite des veines saillantes a lieu quelquefois au-delà des rhombes qu'elles circonscrivent (ce que je n'ai d'ailleurs pas remarqué), c'est que là s'est arrêté le fendillement, comme lorsqu'une suite de prismes basaltiques vient cesser contre une masse basaltique non prismatique, à laquelle les derniers prismes restent rattachés plus ou moins par un ou plusieurs de leurs côtés.

Si, ainsi que le dit M. Alluaud, il est vrai que des veines ou filons de *feldspath presque pur* qui se rencontrent dans le granite, ne forment point de saillies à la surface de la roche, cela est le résultat tout simple de cette circonstance, que le feldspath, étant le plus destructible des éléments du granite, ne peut résister plus que la roche granitique elle-même où prédominent des éléments moins attaquables par les agents atmosphériques. Mais ce n'est pas une raison pour qu'un granite en filons, qui devrait à un refroidissement un peu plus rapide d'être à grain un peu plus fin que la masse qu'il traverserait, ne résistât pas un peu plus que cette masse dans laquelle la grosseur un peu plus grande des éléments présenterait précisément aux agents atmosphériques une facilité d'action un peu plus grande sur le feldspath qui en fait partie.

J'ai dit plus haut que les veines granitiques avaient dû saillir à la surface du granite dès le moment de leur formation; mais elles ont pu et dû aussi devenir saillantes par la décomposition du granite. Je suis très porté à admettre avec M. Alluaud que ces granites des Pyrénées n'ont pas été solidifiés à une époque extrêmement ancienne, et cela en partie parce que les granites d'une époque évidemment très ancienne, et qui sont de beaucoup les plus communs, ne présentent pas ces veines singulières. On sait du reste aujourd'hui qu'il existe des granites secondaires qui se sont épanchés sur la craie, et même des granites tertiaires qui se sont introduits en veines dans des serpentines. Mais si j'admets l'origine

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

assez récente de ces granites, géologiquement parlant, je ne suis nullement porté à admettre qu'il puisse y avoir dans les Pyrénées des granites qui, mis à découvert depuis un temps près duquel les temps historiques ne sont rien, n'auraient éprouvé aucune altération à la surface par suite de l'action des agents atmosphériques, et je crois que la plupart des géologues partageront mon avis. J'ajouterai que les fragments, d'ailleurs bien insignifiants par leur grosseur, que j'ai détachés de ces veines singulières, portent à leur surface des traces évidentes d'une décomposition superficielle; c'est ce dont les membres de la Société ici présents peuvent s'assurer par l'examen du très petit échantillon que j'ai l'honneur de leur présenter en ce moment.

Je croyais, ainsi que M. Allnaud, lorsque j'ai dans le temps communiqué à la Société mes notes à ce sujet, qu'il n'existait nulle part de prismes granitiques; mais il paraît que c'était de ma part une erreur. M. A. Boué, dans son *Essai géologique sur l'Écosse*, pag. 20, à propos des roches granitiques de l'île d'Arran et de l'Écosse, parle de *ces fentes qui décomposent les murailles de granite en rhombes*, et il dit à la page 21 : « L'extrémité occiden-» tale du district de Ross, dans l'île de Mull, est occupée, depuis » le milieu de la baie de Laigh, par des éminences, d'un granite » qui se distingue des autres roches écossaises de ce genre par son » beau feldspath couleur de chair, et *par ses belles divisions rhom-» boïdales et même prismatiques*, qui, le long de ces rivages escar-» pés vis-à-vis la fameuse île de Staffa, surprennent singulièrement » le voyageur. »

Enfin, parlant du rocher d'Ailsa, à quelques milles au S. de l'île d'Arran, il dit, page 26 : « La roche syénitique (1) qui com-» pose cette masse est en général amorphe et se brise en larges » fragments irréguliers ou approchant de la forme rhomboïdale; » dans quelques endroits, et surtout sur le côté oriental, *elle est co-» lumnaire; ses prismes*, sans jointures, ont 5 ou 6 côtés nets et sont » si étroitement liés ensemble, qu'on ne peut bien juger cette belle » structure que par les blocs qui en tombent; leur diamètre varie » de 6 à 8 pieds, et leur hauteur est de 100 et au-delà. »

Voilà des prismes plus longs que ceux mêmes qui sont nécessaires pour la formation des veines saillantes des Pyrénées. On trouve dans les ouvrages de M. de La Bèche d'autres indications de faits du même genre. J'avais, du reste, remarqué près du lac

(1) On sait que la syénite a été souvent confondue avec le granite, et paraît appartenir aux mêmes époques de formation.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de Gaube la tendance du granite à se casser en prismes. Des blocs brisés, dont les fragments étaient restés à côté les uns des autres, présentaient, par suite, à leur surface la même apparence de rhombes symétriques que les surfaces à veines : seulement, au lieu d'être circonscrites par des veines saillantes, ces rhombes ne l'étaient que par le vide qui les séparait les uns des autres.

Quant aux espèces de conglomérats ou brèches de morceaux de granite amorphes ou polymorphes à ciment granitique, dont M. Alluaud fait le point de départ, la base de l'hypothèse qu'il croit devoir être substituée à la mienne, ne serait-ce pas, comme le dit M. A. Boué, à la page 20 de l'ouvrage précité, en parlant d'accidents qui paraissent analogues dans les groupes syénitiques de l'île d'Arran, *un étrange produit d'une cristallisation contemporaine, qui a l'air d'avoir eu plusieurs centres d'attraction?* ou serait-ce une réagrégation de granite remanié par les eaux? Ne pourrait-on pas aussi se demander si, dans un pays de hautes montagnes comme les Pyrénées, où l'action des eaux torrentielles et fluviales est, et surtout a dû être alors, extrêmement puissante par moments, il n'est pas possible que ces eaux aient précipité, des parties élevées, des morceaux de granite déjà solidifiés dans la pâte granitique arrivée au jour à l'état de liquidité ou du moins de mollesse, et que ces morceaux s'y soient empâtés; de là ces conglomérats singuliers? Je ne donne, bien entendu, cette hypothèse que pour ce qu'elle vaut; je suis assez incompétent pour expliquer l'origine de ces phénomènes, que je n'ai pas observés moi-même et que je ne connais que par la description qu'en donne M. Alluaud et que j'ai peut-être mal saisie.

M. de Collegno rappelle que les blocs granitiques de la haute vallée de la Garonne appartiennent en grande partie à la variété dont parle M. Alluaud, que ces blocs sont souvent roulés, et qu'alors on voit les nervures saillantes se continuer tout autour comme si elles indiquaient réellement le plan d'intersection d'un filon avec le granite formant la masse des blocs; il dit qu'il est bien certain, dès lors, que les nervures saillantes ne résultent point d'un *moulage* du granite dans des fissures préexistantes, comme le pense M. Alluaud. M. de Collegno a surtout remarqué des blocs roulés à nervures saillantes sur l'ancienne route de Cierp à Luchon, au-dessous du hameau de Burgalais. Un de ces blocs, d'un

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

mètre environ de diamètre, présentait deux nervures parallèles et une troisième coupant les deux premières sous un angle voisin de 60 et 120°; les trois nervures se continuaient tout autour du bloc.

M. Boubée ne croit pas que ce phénomène soit autre chose que celui des filons de granite dans le granite, dans les terrains anciens, et ne voit pas qu'il soit susceptible d'une explication particulière.

M. Angelot fait remarquer que les observations et les idées de MM. de Collegno et Boubée sont tout-à-fait contraires à l'hypothèse de M. Alluaud, qui ne veut voir là qu'un phénomène superficiel, tandis qu'elles appuient la sienne propre, puisqu'il en fait des filons de granite dans le granite.

M. Buvignier met sous les yeux de la Société la *Carte géologique du département de la Meuse* à l'échelle de $\frac{1}{80000^e}$ qu'il vient de terminer, et que le département va faire publier au moyen d'un transport des cartes du Dépôt de la guerre. Il indique les principaux caractères de la géologie de cette contrée de la manière suivante :

Le sol du département de la Meuse est formé presque entièrement par les divers étages des terrains jurassiques. Dans l'O. du département ceux-ci sont recouverts par les terrains crétacés inférieur et moyen. Ces terrains traversent le département du S. au N.; mais dans les environs de Stenay cette direction change, et les assises inférieures vont presque de l'E. à l'O. Les couches sont presque toujours disposées très régulièrement. Celles du lias ont une inclinaison de $\frac{1}{30}$, mais cette pente décroît progressivement dans les assises supérieures, de sorte qu'elle n'est plus que de $\frac{1}{45}$ à la base de l'oxford-clay; de $\frac{1}{50}$ pour le coral-rag; et pour les terrains crétacés inférieurs $\frac{1}{100}$ seulement, et même $\frac{1}{140}$ dans les environs de Bar. Il résulte de là que chaque formation affecte la forme d'un coin qui présenterait le tranchant à la surface.

Les divers étages se recouvrent par une superposition à niveau décroissant; mais comme le sol de la Meuse se relève considérablement vers le S. en se rapprochant des Vosges, les formations supérieures atteignent dans cette région des cotes plus élevées que les étages inférieurs qui n'occupent que le N. du département.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

D'un autre côté les masses argileuses ont éprouvé des dénudations qui les ont abaissées au-dessous du niveau des calcaires voisins; mais elles conservent entre elles les mêmes rapports de niveau.

Il résulte de la carte et de la statistique géologique des Ardennes que nous avons publiées il a deux ans, M. Sauvage et moi, que les terrains jurassiques présentent, dans ce département, un développement plus considérable que celui qui avait été signalé dans les autres contrées où ces terrains avaient été décrits jusqu'à présent. Dans le département de la Meuse ces terrains deviennent encore plus puissants.

Le lias, qui n'occupe qu'une petite partie des cantons de Montmédy et de Stenay, s'y comporte à peu près comme dans les Ardennes. Les calcaires sableux y paraissent cependant beaucoup plus développés. Je n'ai pas eu occasion de déterminer leur puissance totale, parce qu'ils se prolongent en Belgique bien au-delà des limites du département; par la même raison je n'ai pas rencontré les calcaires à Gryphées arquées.

Les marnes moyennes du lias présentent une épaisseur de 60 mètres environ; celle du calcaire ferrugineux est à peu près la même, tandis que celle de la marne supérieure est de plus de 80 mètres

L'étage jurassique inférieur conserve aussi l'épaisseur de 260 à 280 mètres qu'il a dans les Ardennes; sa composition, que nous avions vue changer plusieurs fois dans ce département, se modifie encore dans la Meuse. Le calcaire oolitique jaune à pierre de taille et les autres calcaires que nous comprenions avec lui dans l'oolite inférieure, se retrouvent à Brouennes, à Montmédy, et se prolongent dans la Moselle; mais les grandes masses calcaires, à caractères si variables, qui formaient notre grande oolite, sont remplacées par une grande formation d'argiles et de marnes avec des bancs de calcaire gris ou jaune, plus ou moins argileux. Quant aux calcaires gris à oolites blanches que nous avons rapportés au cornbrash et au forest-marble, ils se continuent régulièrement jusqu'à Étain, où ils ont près de 40 mètres d'épaisseur, et à quelques kilomètres au S. de cette ville ils disparaissent, soit que leur affleurement s'enfonce sous des remaniements des assises argileuses entre lesquelles ils sont compris, soit qu'ils aient pris eux-mêmes une nature argileuse. Les argiles oxfordiennes reposent alors directement sur la partie argileuse de l'étage inférieur, et leur limite ne peut pas toujours être tracée avec une grande précision.

L'oxford-clay qui dans les Ardennes atteint déjà une puis-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sance de 140 mètres, a dans la Meuse une épaisseur bien plus considérable. Elle est de 220 mètres dans le N. du département, et dans le S. elle est de près de 280 mètres en y comprenant les calcaires ferrugineux qui la recouvrent. A la partie supérieure de cette formation on trouve 60 à 80 mètres d'alternances d'argiles et de calcaires argileux avec quelques bans de silice hydratée. Le reste est entièrement formé d'argile et s'étend dans la plaine de la Woëvre à un niveau de 200 à 250 mètres au-dessus de la mer, tandis que les parties plus solides s'élèvent jusqu'à 300, 320 et même 400 mètres au S. du département.

Le coral-rag qui recouvre cette masse argileuse a une épaisseur qui varie de 120 à 150 mètres. Il est formé de calcaires généralement blancs, quelquefois jaunâtres ou gris, à texture très variable. Cette formation contient un grand nombre de fossiles qui paraissent répartis dans chaque localité, autant et peut-être plus en raison de la nature de la roche qu'en raison du niveau géognostique des couches qui les renferment. Ces calcaires s'élèvent souvent jusqu'à 380 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ils atteignent quelquefois des altitudes de 400 et 412 mètres.

Je range dans l'étage supérieur le calcaire à *Astarte minima* qui recouvre ces assises. A la base de celui-ci, on trouve des argiles noires à *Ostrea deltoidea*. Elles sont recouvertes par 3 à 4 mètres d'un calcaire oolitique jaunâtre. Celui-ci supporte des marnes et des argiles de diverses couleurs, dont quelques assises sont pétries d'*Exogyra Bruntrutana*, et où l'on trouve deux ou trois lits de lumachelle formés de cette même coquille. Sur ces marnes reposent des calcaires gris compactes et des calcaires blancs à texture variable. L'ensemble de ces assises forme une épaisseur de 130 à 140 mètres; leur altitude dans le N. du département atteint rarement 380 mètres. Dans le S. elle s'élève jusqu'à 423 mètres.

Les marnes à Gryphées virgules et les calcaires blancs qui alternent avec elles sont très peu développés vers les confins des Ardennes. Leur épaisseur est de 65 mètres vers le centre du département; plus loin elle atteint 80 mètres. Ces marnes dépassent rarement l'altitude de 300 mètres dans l'arrondissement de Verdun Elles s'élèvent davantage dans les cantons de Void et de Gondrecourt. A Lunéville, elles atteignent 393 mètres.

Ces marnes sont recouvertes par des calcaires qui sont intimement liés avec elles, et dans lesquels on retrouve de temps en temps des bancs de Gryphées virgules, même à la partie supérieure. Ces calcaires ont dans le S. du département une puissance de près

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de 180 mètres. Mais cette épaisseur décroît rapidement vers le N. par la disparition des assises supérieures, et, dans les environs de Varennes, elle n'est plus que de quelques mètres. Sur toute leur hauteur, ils sont divisés en bancs dont l'épaisseur varie de $0^m,10$ à $0^m,80$. Ceux qui existent à la base sont blanchâtres, assez compactes, et presque toujours gelifs. Ils sont recouverts par d'autres bancs d'une couleur grisâtre, à texture compacte et à cassure conchoïde. On y avait ouvert une exploitation de pierres lithographiques qui étaient de bonne qualité; mais elle a été interrompue par la mort de l'entrepreneur. Au-dessus de 40 à 50 mètres de ces calcaires on trouve un lit de lumachelle à Gryphées virgules, intercalé dans quelques lits d'argiles ou de marnes. Au-dessus de ceux-ci, on observe une grande puissance de calcaire gris, compacte, à cassures conchoïde et esquilleuse, percé d'une multitude de trous irréguliers qui le font paraître comme carié. Ces bancs sont recouverts par d'autres d'un gris verdâtre, à texture terreuse, dont quelques uns sont magnésifères, et constituent même de véritables dolomies. C'est au milieu de ces calcaires verdâtres que sont intercalés des bancs que M. Cornuel a désignés sous le nom de calcaires à oolithes vacuolaires. Ils forment une épaisseur de 3 mètres environ, divisée en trois ou quatre lits. Ces calcaires ne se rencontrent que dans quelques communes du S.-O. du département. Les calcaires verdâtres qui les accompagnent occupent une superficie un peu plus étendue. Les calcaires cariés sont très développés dans une partie des arrondissements de Bar et de Commercy, et au N. de Baeuzée on ne retrouve plus que les calcaires lithographiques et les calcaires blanchâtres.

L'altitude de ces calcaires est de 400 et même 414 mètres dans le S. du département. Dans l'arrondissement de Verdun, la cote 357, à Sivry-la-Perche, est la plus élevée qu'ils atteignent.

Le terrain néocomien n'a pas une grande épaisseur dans le département de la Meuse; mais à cause de sa faible inclinaison il y occupe une surface assez étendue. Il se compose d'argiles grises et jaunes, et de fer en plaquettes, en géodes ou en oolithes très fines, recouvertes par le calcaire à spatangues que supportent différentes assises sableuses et marneuses. Dans l'intérêt de l'industrie métallurgique, j'ai cru devoir indiquer par la même teinte les couches régulières qui comprennent les minerais de fer (fer géodique de M. Cornuel), et les dépôts remaniés où l'on exploite ce même minerai à la surface ou dans les cavités du calcaire portlandien.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Au-dessus de ces diverses assises on trouve les argiles à *Plicatules* de M. Cornuel (argiles tégulines de M. Leymerie), et puis les sables verts et le gault proprement dit. Cette dernière formation seule se prolonge au N. de la Chée jusqu'aux confins des Ardennes, où elle a une épaisseur de 26 mètres en y comprenant les sables verts. Son inclinaison est de $\frac{1}{100}$; elle diminue jusqu'à $\frac{1}{110}$ dans les environs de Bar. Les lambeaux isolés de ce terrain qui restent sur les plateaux jurassiques entre l'Aisne et la Meuse s'élèvent jusqu'à près de 300 mètres. Sur la rive gauche de l'Aisne cette altitude diminue par suite de la pente des couches. Dans la vallée de l'Aisne et de la Biesme elle n'est plus que de 140 mètres. Dans les environs de Bar, elle varie aussi de l'E. à l'O. de 250 à 130 mètres. Dans cette région sa puissance paraît s'élever jusqu'à près de 50 mètres.

Les minerais de fer du gault, si abondants dans les Ardennes, ne se retrouvent presque plus dans la Meuse. On les exploite à quelques kilomètres de ce département, à Narcy (Haute-Marne).

Au-dessus du gault on rencontre une roche que ses fossiles et sa position géologique nous ont fait désigner sous le nom de craie tufau, quoique ce nom ne lui convienne pas sous le rapport minéralogique, puisqu'elle n'est nullement calcaire. (Voir l'analyse dans la *Statistique géologique des Ardennes*, p. 359 et 360.) Cette roche, qui est composée presque entièrement de silice hydratée, est appelée *gaize* dans les Ardennes et *pierre morte* dans une partie de l'Argonne. Elle paraît former une grande lentille dont la plus grande épaisseur se voit vers la limite de la Meuse et des Ardennes, où elle est de 105 mètres. Au N., elle se termine en biseau dans les environs d'Attigny; et au S., elle s'interrompt brusquement à Waly et à Brizeaux, où elle présente un escarpement abrupt de plus de 50 mètres de hauteur. Là une vaste dénudation a mis à nu les argiles du gault sur une grande étendue. Cette dénudation et la configuration du département laissent sur la carte une lacune que j'espère combler avant sa publication, par les observations que je ferai dans le département de la Marne, dont je vais commencer la carte géologique conjointement avec M. Sauvage.

La gaize, qui se continue probablement dans le département de la Marne, et où la dénudation de Waly forme une sorte de golfe, reparaît dans la Meuse dans les environs de Revigny; mais là sa puissance est considérablement réduite, et son altitude n'atteint pas 200 mètres, tandis qu'elle s'élève à 285 et 300 mètres

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sur la rive gauche de l'Aisne, et qu'elle atteint même 342 mètres à Montfaucon, l'une des buttes isolées qui restent comme des témoins des dénudations éprouvées par cette roche sur la rive droite de l'Aisne.

Cette roche, d'une composition si remarquable et qui n'avait pas encore été signalée avant la *Statistique géologique des Ardennes*, ne constitue pas seulement la grande lentille que nous venons de signaler. Un autre dépôt de roche de composition presque identique (*Stat. géol. des Ard.*, p. 365), quoique différente par ses caractères extérieurs et par ses fossiles, qui appartiennent au gault, se rencontre au N. de celle-ci dans les cantons de Chaumont-Porcien, de Signy-le-Petit et de Rumigny. Il paraît remplacer le gault, dont les sables et les argiles se trouvent réduits dans cette région à une épaisseur presque rudimentaire.

Une autre roche de même nature (*Stat. géol. des Ard.*, p. 290) forme aussi des lits au milieu des calcaires argileux de la partie supérieure de l'oxford-clay, dans la Meuse et dans les Ardennes.

Tous les terrains que je viens d'indiquer sont disposés dans le département avec la plus grande régularité. J'ai cependant à signaler deux exceptions.

Une petite faille que l'on voit dans le fond du vallon au N. de Creue a ramené l'oolithe ferrugineuse de l'oxford-clay et les assises inférieures du coral-rag au-dessous du niveau des assises oxfordiennes supérieures. Des alluvions de graviers empêchent de voir si cette faille se prolonge à l'E., sur le versant des côtes de la Woëvre. On n'en retrouve aucune trace à l'O., dans le col de Creue ni dans les vallons qui y aboutissent.

Une autre faille plus étendue existe dans les calcaires portlandiens dans les environs d'Ancerville. Cette fracture, qui se prolonge dans la Marne et dans la Haute-Marne, a déjà été signalée par MM. Cornuel et Parandier. A l'E. de cette faille, les calcaires ont éprouvé un affaissement que je n'ai pas déterminé exactement, mais qui doit être de près de 50 mètres. On voit les terrains néocomiens et le gault dans le fond du vallon produit par la faille, tandis que le calcaire en forme l'escarpement. Un affaissement considérable n'a pu avoir lieu sans quelques dislocations partielles. Ce sont sans doute les dérangements occasionnés par ces fractures secondaires qui ont fait croire à quelques personnes qu'il y avait discordance de stratification entre les calcaires à oolithes vacuolaires et les autres assises du système portlandien.

En résumé, les faits les plus saillants de la géologie du département de la Meuse sont :

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La modification d'une partie de l'étage jurassique inférieur, qui, presque totalement calcaire dans l'Aisne et dans les Ardennes, devient presque entièrement argileuse dans la Meuse.

La grande épaisseur des divers groupes de la formation jurassique, épaisseur qui pour plusieurs étages a été vérifiée par les sondages qui y ont été entrepris.

La différence d'inclinaison des étages inférieurs et supérieurs, par suite de laquelle les diverses formations affectent la forme de coins qui affleureraient par leurs tranchants.

La petite faille de l'oxford-clay à Creue et la grande faille d'Ancerville, avec les dislocations qui en ont été la conséquence.

La nature de la roche de silice hydratée ou gaize qui constitue la craie tufau, et qui se rencontre aussi dans l'oxford-clay.

Enfin la grande dénudation de cette roche dans les environs de Triaucourt et de Waly. A cette dénudation aboutissent des cols dans le terrain jurassique qui n'ont peut-être pas été étrangers à sa formation, et qui ont préparé la seule voie par laquelle le chemin de fer direct de Paris à Strasbourg pourrait gagner la vallée de la Meurthe et de la Moselle sans souterrain.

Un autre fait également remarquable, sur lequel l'heure avancée ne me permet pas de donner de développements, c'est la disposition des cailloux de la vallée de la Moselle, qui ont pénétré dans celle de la Meuse par le col de Pagny, et qui s'étendent sur les flancs de celle-ci à des niveaux différents.

M. d'Omalius d'Halloy fait remarquer que dans cette communication, composée presque uniquement de faits positifs, résultat de l'observation, M. Buvignier a introduit un fait théorique, celui d'une dénudation qu'il déduit de l'absence du tufau dans certaines localités; il dit que c'est là une hypothèse qui rencontrera tout naturellement des contradicteurs parmi ceux qui, comme lui, n'admettent pas la théorie des dénudations.

M. Buvignier répond que ce point peut laisser encore quelque incertitude par l'examen seul de l'endroit dont il a parlé, incertitude dont il espère sortir plus tard par l'examen de certaines parties du département de la Haute-Marne qu'il n'a pas encore visitées.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Séance du 6 mai 1844.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

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

M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

LE TOUZÉ DE LONGUEMAR, ancien capitaine d'état-major, propriétaire, à Charny (Yonne), présenté par MM. d'Archiac et de Boissy;

BRAVARD (Auguste), architecte, à Issoire (Puy-de-Dôme), présenté par MM. Viquesnel et Ch. d'Orbigny;

DANSI, docteur-médecin, à Milan, présenté par MM. Frapolli et Angelot.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Ch. d'Orbigny, la 47e livraison du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dont il dirige la publication.

De la part de M. Fournet : *Rapport à M. le maire de Lyon sur les observations recueillies par la commission hydrométrique.* In 8°, 8 pag., 1 tableau. Lyon.

De la part de M. Hardouin Michelin, les livraisons 10e, 11e et 12e de son *Iconographie zoophytologique.*

De la part de M. Le Touzé de Longuemar, son ouvrage intitulé : *Étude géologique des terrains de la rive gauche de l'Yonne, compris dans les arrondissements d'Auxerre et de Joigny.* In-8°, 231 pages, avec une carte, *coupes et fossiles*, pour l'intelligence de ce livre. 2 coupes, 9 pl. Auxerre, 1843.

De la part de M. Boué, 1° *Vierte general versammlung*, etc. (Rapports sur la géognosie du Vorarlberg et du cercle de l'Inn supérieur), avec une liste des membres de la Société géognostique du Tyrol. In-8°, 70 pages, une carte. Inspruck, 1842.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

2° *Statuten*, etc. (Statuts de ladite Société).

3° *Die Saechsischen*, etc. (Les filons métallifères de Saxe), par M. Jean-Charles Freisleben. In-8°, 107 pages. Freiberg, 1843.

La Société reçoit en outre les publications suivantes:

Annales des Mines, t. XV (5e livraison de 1843).

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1er semestre de 1844, nos 16, 17 et 18.

Bulletin de la Société de géographie, n° 120, décembre 1843.

Mémorial encyclopédique, de mars à avril 1844, n° 110.

L'Institut, nos 538, 539 et 540.

L'Écho du Monde savant, nos 30 à 34, du 18 avril au 2 mai 1844.

The Mining journal, nos 452 et 453.

The Athenæum, nos 860 à 862.

Section XX de la *Carte géognostique du royaume de Saxe*, avec une description de cette section.

Le Président rappelle à la Société qu'elle a précédemment, sur la demande de M. l'abbé Chamousset, décidé que la réunion extraordinaire de cette année aurait lieu à Chambéry, et qu'elle s'ouvrirait le 12 août. Il rappelle également que, sur la proposition du ministre de l'intérieur de Sardaigne, S. M. sarde a accordé avec beaucoup de bienveillance l'autorisation nécessaire à cette réunion dans ses États, et ordonné qu'il en fût donné avis aux académies de Turin et de Chambéry.

M. Viquesnel donne lecture d'une lettre de M. Tallavigne, qui annonce l'envoi prochain d'un mémoire sur les terrains tertiaires et *épicrétacés* du versant S. de la montagne Noire (Aude, etc.). M. Tallavigne a reconnu que le calcaire à nummulites s'étend à l'E. au-delà de Saint-Chinian; il a découvert aussi une éruption d'ophite accompagnée de gypse au milieu de ces calcaires, et quelques fossiles marins dans la molasse d'Azille (Aude).

M. de Collegno présente une carte de l'Italie, qu'il a colo-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

riée géologiquement soit d'après ses propres observations, soit d'après les documents publiés dans ces derniers temps.

Plusieurs de nos confrères, dit-il, nous annoncent depuis quelques années des cartes géologiques des divers États de l'Italie : M. Sismonda a presque achevé la carte du Piémont; M. Pareto, celle de la Ligurie; nous pouvons espérer que MM. Pasini, Savi, Pilla et de la Marmora publieront bientôt aussi leurs cartes du royaume Lombardo-Vénitien, de la Toscane, du royaume de Naples et de l'île de Sardaigne. Ce ne sera qu'après la publication de ces divers travaux que l'on pourra songer à présenter en une carte générale toute la géologie de l'Italie; mais j'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de tracer en attendant une esquisse qui en indiquerait les principales divisions géologiques. L'étude des terrains du Piémont, des Alpes lombardes et de la Toscane, m'a mis à même de reconnaître, dans les descriptions des auteurs, les analogues de ces terrains dans toutes les parties de l'Italie, et j'ai pu arriver ainsi à indiquer avec une certaine exactitude les limites des diverses formations dans les contrées que je n'ai pas encore visitées moi-même.

J'ai adopté, pour tout ce qui est à l'E. du méridien de Gênes, les divisions indiquées dans la grande carte géologique de France; j'ai tenu compte de toutes les publications des géologues italiens et des divers Mémoires de Hoffmann, de M. de Tchicatcheff, etc.; j'ai surtout consulté avec fruit le *Catalogue des roches de l'Italie*, par Brocchi, ouvrage qui, dans les projets de l'auteur, devait être la base d'une carte géologique qu'il ne lui a pas été donné de construire.

Voici maintenant les principaux résultats qui se trouvent exprimés dans mon esquisse. Je ne connais pas dans toute la péninsule italienne de couches sédimentaires que l'on puisse rapporter *avec certitude* à une époque antérieure à la période jurassique. Les fossiles des couches les plus anciennes des Alpes lombardes appartiennent bien certainement au lias (*Bulletin*, 2e série, t. Ier, p. 197); on trouve, à la vérité, sur divers points du Tyrol et du Vicentin, des couches arénacées, dans lesquelles on a indiqué un mélange de fossiles du muschelkalk et du lias; mais ces couches semblent passer, à leur partie supérieure, à des calcaires qui ne contiennent plus que des ammonites jurassiques. Si l'on jette un coup d'œil sur la carte géologique qui accompagne l'ouvrage tout récent, sur les Alpes vénitiennes, de M. Fuchs, administrateur des mines d'Agordo, on comprendra qu'il serait absolument im-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

possible d'exprimer à l'échelle de ma carte les couches de Wengen, de Saint-Cassian, etc.

Le *Verrucano* de M. Savi ne me paraît pas devoir être séparé des couches à fossiles jurassiques qui le recouvrent dans les Monti Pisani (*Bulletin*, t. XIII, p. 264). Quant aux *terrains carbonifères* cités sur divers points de la Péninsule, l'examen des débris organiques renfermés dans ces terrains a dû les faire rapporter à des époques beaucoup plus récentes. Il n'en est pas de même de l'île de Sardaigne, dans laquelle M. de La Marmora a reconnu des schistes avec empreintes de fougères du terrain houiller, et des calcaires à Tentaculites, Spirifères, Productus, Orthocères, etc., qu'il rapporte au terrain silurien.

Les terrains jurassiques forment, sur le revers italien des Alpes, une ceinture non interrompue, qui s'étend depuis le col de Tende jusqu'à la vallée du Lisonzo et au-delà. Profondément modifiés aux environs du Mont-Viso, du Mont Blanc, du Mont-Rose, ces terrains reprennent leurs caractères sédimentaires à l'E. de la vallée du Tessin, et ils y présentent une telle quantité de corps organisés fossiles qu'il est impossible d'en méconnaître l'âge. Dans la chaîne des Apennins, les terrains jurassiques ne commencent à se montrer que vers la partie méridionale de la Toscane; mais ils constituent, à partir de ce point, le centre de la chaîne jusqu'au granite de la Calabre. On trouve en outre des lambeaux plus ou moins considérables de terrain jurassique en dehors des Alpes et des Apennins proprement dits; tels sont le massif des Alpes apuennes, celui des Monti Pisani, des environs de Campiglia; tels sont encore les rochers de Terracine, celui d'Ancône, etc.

Je manque jusqu'ici de données assez détaillées pour séparer en deux étages les terrains crétacés de l'Italie; les couches à Hippurites et celles à Nummulites s'y trouvent associées de la manière la plus intime, et j'ai dû me borner à représenter par une même nuance tous les terrains crétacés, dans lesquels je comprends les poudingues et les calcaires à Hippurites de la Lombardie et des Apennins, les grès à Fucoïdes ou *macigno* de la Toscane, et le calcaire à Nummulites des Alpes, des Apennins et de la Sicile. Les terrains crétacés ainsi composés s'étendent presque sans interruption au pied des Alpes, depuis le lac Majeur jusqu'à la limite orientale de l'Italie; ils constituent la masse principale des Apennins de la Ligurie et de la Toscane; plus au S., ils s'appuient sur les deux revers jurassiques des Apennins, et se continuent ainsi jusqu'à l'extrémité de la Péninsule; il paraît même, d'après

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les observations de M. Hoffmann, que la cime la plus élevée de la chaîne, le *Gran Sasso d'Italia*, appartient à la formation crétacée, puisque ce géologue y a trouvé, supérieurement au calcaire rouge avec Ammonites jurassiques, des couches dolomitiques, dans lesquelles il a reconnu des Hippurites et des Sphérulites.

Les terrains tertiaires de l'Italie appartiennent exclusivement aux périodes miocène et pliocène. Les terrains miocènes de Superga se retrouvent dans la vallée de la Bormida et sur plusieurs points de la Toscane, où ils ont été décrits par M. Savi sous le nom de *terrains tertiaires ophiolitiques;* j'ai eu occasion de montrer ailleurs (*Bulletin*, tome XIII, page 279) la liaison qui existe dans toute l'Italie entre les terrains de l'étage miocène et les masses de serpentine qui surgissent à proximité de ces terrains. Les marnes bleues pliocènes occupent, en général, le pied des Apennins, dont elles forment les dernières pentes, depuis le Piémont jusqu'à la Calabre. J'ai indiqué provisoirement, par la même nuance que ces marnes, les travertins de la Campagne de Rome et les grès d'Antignano; car je ne possède pas encore assez de détails pour établir des limites entre les deux étages pliocènes adoptés par M. Lyell, ou, si on l'aime mieux, entre les terrains tertiaires et quaternaires.

Les roches granitiques forment, au nord de l'Italie, la charpente des Alpes; elle reparaissent à l'extrémité méridionale, où elles constituent le centre du massif de la Calabre, et s'étendent au-delà du détroit de Messine jusqu'à la base de l'Etna. On les retrouve en masses puissantes dans les îles de Corse et de Sardaigne, où elles forment des montagnes de plus de 2,500 mètres de hauteur. Les granites de l'île d'Elbe offrent, comme on le sait d'après les observations de M. Savi, la circonstance bien remarquable de couper les masses de serpentines et le *macigno;* ces granites seraient ainsi contemporains des trachytes de la Toscane.

Les autres roches éruptives de l'Italie ont donné lieu aux travaux classiques de M. Brongniart sur les serpentines, à ceux de M. de Buch sur les porphyres rouges et les mélaphyres; je ne saurais rien ajouter à ce qui en a été dit par ces deux savants. J'ai indiqué par une même nuance tous les terrains volcaniques de l'Italie: il m'était impossible d'exprimer, à l'échelle de ma carte, les détails donnés par M. de Beaumont sur les environs de l'Etna, et par M. Dufrénoy sur ceux du Vésuve; il serait également impossible d'y marquer des séparations entre les trachytes et les basaltes du Monte Amiata ou des monts Euganéens, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Je dois ajouter que, pour la géologie des trois grandes îles, je me suis borné à reproduire la carte de Hoffmann pour la Sicile, celle de M. de La Marmora pour la Sardaigne, et celle de M. Reynaud pour la Corse.

M. d'Omalius demande à M. de Collegno quels sont les motifs qui l'ont porté à ne pas adopter l'opinion de M. Pareto, qui range dans le trias plusieurs des terrains de la Ligurie, peut-être même de la Toscane, et qui appuie cette manière de voir sur les rapports qu'il a observés entre ces contrées et la Provence.

M. de Collegno répond qu'il ne connaît les observations de M. Pareto que par les extraits qui en ont été donnés, soit dans le Bulletin, soit dans les procès-verbaux des congrès de Pise et de Turin. M. Pareto annonce, il est vrai (*Bulletin*, t. III, page 188) « qu'il a des données pour croire que la grande » masse de roches arénacées et schisteuses qui s'appuie sur » le gneiss des Alpes maritimes peut être un représentant du » grès bigarré ou du *keuper;* » mais M. de Collegno ne sait pas que M. Pareto ait jamais fait connaître ces données, et il regrette beaucoup de n'avoir jamais demandé des explications à ce sujet dans les conversations qu'il a eues avec cet observateur si habile et si consciencieux. Pour ce qui est de la comparaison des grès inférieurs ou lias des Alpes et des Apennins avec le grès bigarré de la Provence, M. de Collegno ne saurait trouver aucune analogie entre ces deux terrains : le grès bigarré des montagnes des Maures et de l'Esterel est surmonté par le muschelkalk, qui le sépare des assises jurassiques inférieures, tandis que dans les Alpes et en Toscane, les couches immédiatement supérieures aux roches arénacées contiennent des fossiles jurassiques. M. de Collegno a vu d'ailleurs sur plusieurs points de l'Italie les couches arénacées *passer* au calcaire jurassique, avec lequel elles sont toujours en stratification concordante; il ne pense donc pas que l'on puisse considérer ces couches arénacées comme plus anciennes que la formation jurassique.

M. Raulin demande à M. de Collegno à quelle formation appartiennent d'après lui les dépôts de Ronca et de Castel-Gomberto.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. de Collegno répond que Castel-Gomberto, Ronca, etc., sont pour lui des répétitions de ce que l'on voit à Biaritz. Dans ces diverses localités, le calcaire nummulitique est associé à des marnes contenant des espèces tertiaires; mais dans les Pyrénées, ces couches ont été certainement disloquées avant le dépôt des calcaires tertiaires inférieurs du bassin de Bordeaux, et en Italie le calcaire nummulitique a été compris de même dans le soulèvement de la chaîne des Apennins. En outre, il y a constamment passage en Italie des couches avec hippurites à celles qui contiennent des nummulites, de sorte que si l'on voulait absolument que les nummulites de l'Italie fussent tertiaires, il faudrait admettre aussi comme tertiaires les hippurites et les sphérulites de Sirone et du *Gran Sasso d'Italia*.

M. d'Archiac demandant si les terrains de Ronca sont contemporains de ceux de Gassino, M. de Collegno répond que ces derniers ne contiennent que des nummulites, tandis que ceux de Ronca contiennent différents fossiles; il ajoute que c'est la même question que pour les terrains de Biaritz, et qu'en Italie on ne peut séparer, ainsi que le pense M. Deshayes, les couches à nummulites des couches à hippurites.

M. Dufrénoy rappelle à ce sujet la lettre de M. Leymerie, qu'il a communiquée à la Société, dans la séance du 5 juin 1843 (*Bulletin*, T. XIV, p. 527), et la discussion qui s'en est suivie. Il ajoute qu'il avait anciennement regardé les terrains crétacés de Biaritz comme très inférieurs, mais que maintenant il les considère comme le prolongement du terrain *épicrétacé* des Corbières, et qu'il ne peut y voir des terrains tertiaires.

M. Deshayes dit qu'il a examiné attentivement avec MM. d'Omalius, de Verneuil et Leymerie les fossiles rapportés par ce dernier du terrain épicrétacé des Corbières, et qu'il n'y a trouvé aucune espèce crétacée, mais seulement des espèces soit tertiaires, soit nouvelles. Comme les espèces tertiaires sont les mêmes que celles des sables inférieurs du Soissonnais, il ne peut admettre que ces terrains appartiennent à la craie; il les considère comme la partie la plus inférieure des terrains tertiaires.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. de Collegno, répondant à une demande de M. d'Omalius, dit qu'il a acquis la certitude, par l'examen d'alvéoles de Bélemnites, qui sont en la possession de M. Al. d'Orbigny, que tout ce qu'on a pris en Toscane pour des Orthocères n'est autre chose que des alvéoles de Bélemnites.

M. A. d'Orbigny dit qu'il a la même conviction pour les terrains de la Spezia.

M. Dufrénoy communique une *Notice sur la présence de l'axinite dans une roche fossilifère des Vosges*, par M. A. Daubrée.

Jusqu'à présent l'axinite n'a été observée, au moins à ma connaissance, dans aucune roche *fossilifère* : aussi n'est-il peut-être pas sans intérêt de faire connaître avec quelques détails les circonstances de gisement dans lesquelles j'ai récemment rencontré cette substance à Rothau, dans les Vosges; d'autant plus que l'on y trouve un nouvel exemple de la manière dont les roches ignées ont pu altérer les terrains stratifiés non seulement par leur chaleur, mais aussi en y introduisant de nouveaux éléments.

Près du village de Rothau, dans la vallée de la Bruche, le terrain de transition est traversé par une roche noirâtre à grain très fin, dans laquelle l'amphibole se présente çà et là en petits cristaux. Cette roche, à laquelle on peut provisoirement conserver le nom de trapp, constitue une colline nommée *le petit Donon de Rothau*.

Le terrain de transition consiste principalement ici en une roche pétrosiliceuse très dure, non fissile. A peu de distance de son contact avec la roche ignée, elle renferme de nombreuses empreintes organiques qui appartiennent particulièrement au *Calamopora spongites* (Goldfuss) et à des *flustres*. Dans les parties où sont accumulées ces restes madréporiques, on trouve des noyaux de calcaire lamellaire; c'est aussi précisément dans les mêmes points que paraissent l'épidote, l'amphibole et le quarz, qui sont aussi à l'état cristallin. Cette association peut faire croire que le carbonate de chaux de cette roche, d'origine madréporique, et, de plus, que l'épidote et l'amphibole se sont formés aux dépens de ce calcaire, et seulement là où il en existait. Il est remarquable que la roche silicatée renferme différentes formes organiques parfaitement conservées. Ainsi il existe des empreintes de *Calamopora*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

spongites tout-à-fait nettes, qui sont entourées d'un mélange d'épidote, d'amphibole, de quarz et de calcaire lamellaire; il paraît donc que la cristallisation du quarz, de ces silicates et du calcaire s'est faite sans qu'il y ait eu fusion dans la masse.

A côté de ces vestiges animaux, il existe d'autres cavités de formes peu distinctes, qui sont tapissées de cristaux brillants d'amphibole aciculaire, d'épidote et de quarz; d'après leur ressemblance de dimension avec les premières, on peut croire que celles-ci sont aussi des empreintes madréporiques, dont la cristallisation a plus ou moins altéré les contours.

C'est dans l'une de ces dernières cavités que se présentent de petits cristaux : ils appartiennent à la variété d'axinite qui possède les faces nommées *l*, *d* et *s* par Haüy.

Les réactions caractéristiques de cette substance ne laissent d'ailleurs pas de doute sur sa nature; au chalumeau elle fond avec boursouflement en un émail; et avec un mélange de spath fluor et de sulfate acide de potasse, elle colore aussitôt la flamme en un vert intense.

Le même minéral se trouve encore en masses cristallines et mélangées aux quatre autres substances qui ont été signalées plus haut.

Si la tourmaline n'était très rare dans le massif granitique voisin qui est le groupe montagneux du *Champ-du-Feu*, il serait possible que les débris de ce dernier minéral eussent été disséminés mécaniquement dans les schistes, lors de leur sédimentation, et que, par l'influence de la chaleur, il se fût produit de l'axinite à l'aide d'éléments préexistants dans la roche, comme il est fréquemment arrivé, par exemple, pour l'épidote, l'amphibole et le grenat. Mais ce n'est pas ici le cas; il est beaucoup plus probable que l'acide borique n'a été apporté dans les couches de transition qu'à la suite de la pénétration de la roche trappéenne.

Les amas métallifères du Sud-Est de la Norvége (1), situés au contact même du terrain de transition et des roches amphiboliques ou du granite, renferment aussi quelquefois parmi leurs gangues de l'axinite qui y a été formée en même temps que les combinaisons métallifères, probablement par un procédé analogue à celui auquel l'axinite de Rothau doit son origine. Il en est peut-être de même du schiste stannifère de Bottalack en Cor-

(1) *Mémoire sur les dépôts métallifères de la Suède et de la Norvége. Annales des mines*, 4e série, t. III, p. 232 et 268.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nouailles (1), qui contient, outre l'oxide d'étain, de la tourmaline, de l'axinite, du grenat et de l'amphibole.

L'arrivée de l'acide borique qui a concouru à la formation de l'axinite à Rothau et dans les amas des environs de Christiania, n'est sans doute pas sans analogie avec les émanations d'acide borique qui, en Toscane, jaillissent abondamment aux environs de la serpentine, ou avec celles qui se dégagent du cratère de Vulcano dans les îles Lipari.

M. Viquesnel, trésorier, donne un court aperçu d'un travail statistique, composé d'un nombre considérable de tableaux relatifs aux membres de la Société, et à la marche de ses affaires financières depuis sa fondation en 1830.

Après cette communication, le Président, au nom de la Société, remercie M. Viquesnel du travail aussi intéressant qu'utile dont il vient d'exposer les principaux résultats. Ces tableaux statistiques, dont le Conseil a ordonné qu'une copie serait faite et déposée aux archives, et qu'un extrait serait imprimé avec une pagination séparée, ont exigé de la part de l'auteur plusieurs mois de recherches assidues et le dépouillement de tous les registres tenus depuis la fondation de la Société. Enfin ces tableaux seront toujours consultés avec fruit dans les décisions administratives qui pourront être prises ultérieurement.

M. Fauverge, au nom de la commission des archives, fait, comme rapporteur, sur l'état des archives et la gestion de M. le marquis de Roys, archiviste sortant, le rapport suivant :

Les archives de la Société forment cinq divisions. Nous les avons examinées en suivant l'ordre établi, et nous les avons trouvées dans le meilleur état possible.

Pour faire apprécier à leur juste valeur les soins qu'elles exigent et la manière dont M. l'archiviste a rempli ses fonctions, nous allons présenter un tableau de l'état des archives pendant les années 1842 et 1843.

La Société a déjà approuvé les deux premières années de la

(1) Dufrénoy et Élie de Beaumont. *Voyage métallurgique en Angleterre*, 2e édition, t. II, p. 196.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

gestion de M. de Roys, et elle verra que pendant les deux années suivantes M. de Roys n'a cessé de mériter et ses éloges et ses remerciements.

1° *Archives proprement dites.*

Les archives proprement dites sont partagées en trois sections :
Comptabilité et titres concernant la Société ;
Archives générales des travaux de la Société ;
Correspondance.

La première section comprend l'ordonnance royale autorisant la Société; celle relative au legs du docteur Roberton; les baux; les états des lieux du local de la Société ; les polices d'assurance; les traités avec les imprimeurs de la Société et éditeurs des Mémoires; la vérification des comptes du trésorier: les registres des dépenses de 1830 à 1837 ; les comptes et pièces justificatives de 1838 à 1842 (celles de 1843 sont entre les mains du trésorier); les notes des Mémoires retirés de chez l'éditeur et livrés aux membres.

Dans la seconde section sont les minutes des procès-verbaux des séances de la Société; des notices et mémoires imprimés dans ses Bulletins et ses Mémoires; les minutes des registres des séances du conseil; les ordres du jour des séances de la Société et du conseil, les listes des membres des différentes commissions ; les registres des noms des membres par ordre d'admission; les registres d'inscription des feuilles et volumes des Bulletins qui sont envoyés aux membres, aux sociétés savantes et échangés contre des publications périodiques; les registres d'inscription des dons faits à la Société; le catalogue de la bibliothèque et des collections, et les états du mobilier et du magasin.

La correspondance forme la troisième section. Le nombre des lettres reçues depuis l'origine de la Société jusqu'au 1er janvier 1842, comprises dans un état particulier, est de 1,158. Dans le courant de 1842 la Société en a reçu 112, et en 1843 181, ce qui fait un total de 1,451. La commission de 1842 a choisi 32 nouvelles lettres dans la correspondance générale pour les réunir à la collection des autographes.

Nous ferons remarquer à la Société que depuis le 1er janvier 1841 les lettres de remerciement des sociétés savantes pour l'envoi des Bulletins, les simples lettres d'envoi et celles qui ont rapport aux affaires contentieuses ou de comptabilité ne sont pas comprises dans l'état des lettres : les premières tenant inutilement dans les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

cartons une place fort précieuse ; les autres, appartenant à la comptabilité, font partie de ses dossiers.

Depuis cette même époque, un registre tient une note exacte de toutes les lettres placées dans la section de la correspondance, avec l'indication de leur objet et des réponses qui leur ou été faites.

M. l'archiviste nous a fait observer que les cartons étaient encombrés de beaucoup de pièces inutiles, telles que lettres déjà anciennes et n'ayant aucune importance ; ordres du jour des séances rappelés aux procès-verbaux, et pièces de dépense remontant à plusieurs années. Nous appelons l'attention de la Société sur ce point, et nous avons l'honneur de lui proposer d'autoriser le conseil à faire à ce sujet la suppression qu'il jugera convenable. Pour ce travail nous avons, avec le concours de MM. les secrétaires, les archivistes entrant et sortant et l'agent, examiné toutes les lettres antérieures à 1843, et nous avons mis à part celles qui nous ont paru ne plus devoir rentrer dans les cartons.

2° *Bibliothèque.*

Au 1er janvier 1842, la Société possédait 1,755 volumes, 2,755 brochures, cahiers, numéros de journaux et livraisons ; 142 cartes, plans et dessins ; 39 portraits ; 10 manuscrits et 301 lettres autographes.

Elle a reçu, pendant les années qui font l'objet de ce rapport, 67 volumes ; 1,081 brochures, cahiers, numéros de journaux et livraisons ; et 40 cartes, plans, coupes et dessins. 32 lettres ont été extraites de la correspondance pour être jointes aux lettres autographes.

La Société avait donc, au 1er janvier 1844, 1,822 volumes ; 3,836 brochures, cahiers, numéros de journaux et livraisons ; 182 cartes, plans et dessins ; 39 portraits ; 10 manuscrits et 333 lettres autographes.

Tous ces objets sont conservés avec le plus grand soin.

La bibliothèque a aussi un catalogue sur cartes, par noms d'auteurs, de tous les ouvrages ; un catalogue général par noms d'auteurs, titres, sujets, traités et localités décrites pour tous les ouvrages ; des catalogues spéciaux de portraits et d'autographes ; un catalogue sur carte des plans et dessins, et un registre d'inscription de tous les ouvrages par ordre chronologique d'arrivée.

C'est pendant la gestion que nous sommes appelés à vérifier, et sous la direction de M. l'archiviste, qu'a été fait le meuble qui

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

est au milieu de la salle de nos réunions, et qui remplace très avantageusement la table à laquelle il a été substitué. Le tiroir supérieur contient les cartes d'une grande dimension ; les deux armoires latérales renferment, l'une, les cartes, coupes et dessins géologiques réunis par contrées; l'autre, les cartes et plans topographiques, les vues et dessins réunis aussi par contrées.

M. l'archiviste a préparé les éléments d'un catalogue général de tout ce que renferme ce meuble. Il a aussi fait mettre en volumes cartonnés, reliés ou brochés, plusieurs journaux ou livraisons. Le rapport de la commission de 1842 a fait savoir que M. de Roys avait déjà fait dans cette partie de sa gestion des améliorations importantes, et vous voyez qu'il ne s'est pas arrêté dans cette voie.

3° *Collections.*

La Société possédait, le 1er janvier 1842, 11,386 échantillons de roches, minéraux et fossiles; elle en a reçu 659 en 1842 et 1843 ; ce qui porterait à 12,045 le nombre d'échantillons faisant partie de la collection au 1er janvier de cette année, si par suite d'une décision de la Société 1,545 n'eussent été réformés. Les uns, tout-à-fait informes, ont été jetés ; les autres sans indication d'origine, sont gardés pour servir à des échanges.

M. l'archiviste a continué de placer dans les meubles, toujours avec le même soin et par ordre géographique, tout ce qui lui a paru complet comme étude de localité ; le reste a été classé par terrain.

Cette division possède un catalogue par ordre d'arrivée, un autre par ordre de placement, et plusieurs catalogues des collections particulières adressées à la Société.

4° *Mobilier.*

Un registre contient tout l'inventaire du mobilier, qui, en 1843, a été augmenté d'un meuble dont le besoin se faisait sentir : c'est celui qui renferme les cartes, plans et dessins, et dont nous avons déjà parlé à la division de la bibliothèque.

5° *Magasin.*

Il existait en magasin, à la fin de l'année dernière, 946 exemplaires disponibles des tomes 1 à 12 du Bulletin, à l'exception des tomes 4, 5 et 6, complétement épuisés (les tomes 13 et 14 ne sont pas encore brochés, la table de l'un d'eux n'étant pas encore

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

faite); ainsi que plusieurs exemplaires des ouvrages que M. Boué a offerts aux membres de la Société.

Après cet examen, M. de Roys a remis le soin des archives à M. Clément Mullet.

Comme on voit, le travail de l'archiviste a considérablement augmenté, et a été fait, sous tous les rapports, de la manière la plus satisfaisante.

Notre mission ne serait qu'incomplétement remplie si nous ne parlions pas de l'utile coopération de M. Graugnard, agent de la Société; les registres confiés à ses soins ont été parfaitement tenus; les nombreux détails de sa tâche laborieuse n'ont pas été négligés.

Nous ne pouvons donc mieux terminer ce rapport qu'en proposant d'approuver entièrement la gestion de l'archiviste pendant les années 1842 et 1843, et de le remercier des efforts qu'il a faits pour la prospérité de nos archives, à laquelle il a puissamment contribué; et en sollicitant en outre l'approbation et les éloges de la Société en faveur de l'agent qui l'a bien secondé. Nous croyons aussi devoir rappeler le renvoi au conseil que nous avons proposé à l'article des archives proprement dites.

DE PINTEVILLE; DESNOYERS; H.-G. FAUVERGE, *rapporteur*.

Les conclusions de ce rapport sont adoptées par la Société, et, sur la proposition du Président, elle déclare l'archiviste sortant parfaitement déchargé des faits de sa gestion pour les années 1842 et 1843.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante:

Réponse de M. Coquand à la note de M. S. Gras, lue dans la séance du 15 janvier 1844.

Dans une note insérée dans le tome XIII du *Bulletin de la Société*, et contre laquelle réclame M. Gras, j'avais l'intention de prouver que les spilites du Var sont d'origine plutonique, et que les mêmes roches que j'avais eu occasion de visiter dans les Alpes ne différant en rien de celles de l'Esterel, je ne pouvais partager les idées théoriques de ce géologue sur la formation des spilites du Dauphiné. M. Gras m'accuse de ne point avoir *étudié les gîtes de spilite dont il s'agit, de ne point les connaître ou de les connaître très mal*. Je n'ai jamais aspiré à l'infaillibilité; mais je

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

serais d'autant moins pardonnable d'avoir mal saisi les caractères des gisements spilitiques, que nous avions, mes collègues et moi, M. Gras pour guide dans une grande partie des courses faites dans les environs de Grenoble, et que ce fut en sa compagnie, si ma mémoire n'est point infidèle, que nous visitâmes les spilites de Champs et de la Gardette. Aucun de nous ne partagea, sur les lieux, les idées de M. Gras, et lorsque, quelques jours après, il lut sa notice sur l'origine des spilites du Dauphiné, il fut, après une longue discussion, le seul de son avis. En effet, M. Gueymard, le doyen des géologues des Alpes du Dauphiné, à qui nous pensons que M. Gras n'adressera pas le reproche de mal connaître son arrondissement, s'exprimait en ces termes à la suite de cette lecture (tom. XI, p. 430):

« M. Gueymard, qui a visité l'Esterel avec M. Coquand, a la » même opinion que lui sur les spilites. Il pensait autrefois que » ces roches étaient véritablement stratifiées; mais depuis que » MM. de Buch et E. de Beaumont lui ont démontré, sur les » terrains mêmes que M. Gras a choisis, l'impossibilité d'attri- » buer à un même ordre de faits les roches stratifiées et les spi- » lites qui les traversent, il a considéré ces dernières comme des » roches d'épanchement. »

Or, voilà justement la même opinion que j'ai exprimée, la même conviction que j'ai eue, et qui a été partagée par M. Itier, par M. Favre, et sans exception par tous les géologues présents à la réunion de Grenoble, et qui, *visitant les Alpes sans avoir un parti pris d'avance sur cette question, ne se sont cependant point rangés à l'avis de M. Gras.*

M. Gras formule ensuite à sa manière et me prête une opinion que je n'ai jamais exprimée, en supposant que je dois penser que *lorsqu'une roche cristalline a été trouvée quelque part plutonique, on ne peut se dispenser d'assigner une origine semblable à toutes les roches qui portent le même nom.* Dans la note même qu'il critique, M. Gras a pu lire que tel n'est point mon sentiment, puisque j'y dis que des *schistes ou des calcaires, comme on le voit à la Gardette, deviennent presque des spilites au contact des spilites.* Il pouvait donc ne pas entrer dans tous les détails auxquels il s'est livré pour me prouver que, dans les Alpes de l'Isère, les euphotides et les diorites font partie du terrain des schistes cristallins; car ces détails n'étaient que la répétition de ce que j'avais écrit moi-même, en 1842 (tom. XI, pag. 407 et 408), sur la liaison intime et le mélange des euphotides, des amphibolites, des schistes talqueux et des gneiss dans la vallée de la Romanche, et sur leur

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

origine métamorphique. M. Gras aurait pu s'apercevoir que la divergence de nos opinions ne portait, en réalité, que sur l'origine des spilites, et que, loin d'avoir déplacé la question en cherchant des arguments dans l'Esterel, qui est une contrée plus classique, je trouvais mes idées corroborées, et par la comparaison de gisements analogues, et par l'autorité de M. Gueymard, qui, connaissant les Alpes du Dauphiné aussi bien que M. Gras, avait aussi étudié l'Esterel.

Je réponds à la dernière remarque de M. Gras, à sa réclamation contre la confusion de langage introduite dans les sciences, parce que, dans ma note, les roches spilitiques sont désignées indifféremment par les noms de *spilite* et de *mélaphyre*. On est si peu fixé sur la valeur des caractères minéralogiques des spilites, qu'on n'en trouve aucune définition concordante dans les divers traités de géologie, et que les roches décrites sous la dénomination vague et élastique de Trapp, d'Amygdaloïde, de Spilite, de Vacke, sont confondues les unes avec les autres, au point que M. Brongniart cite des spilites dans le basalte de Beaulieu : ce qui peut être vrai minéralogiquement; mais aucun géologue, en parlant de ce volcan éteint, ne le décrira comme appartenant à la formation des spilites. Au surplus, il n'y a qu'à lire, dans l'Explication de la carte géologique de la France, le mémoire sur la chaîne des Maures et sur l'Esterel, pour s'assurer que cette confusion de langage, qui, suivant M. Gras, ne tend qu'à *embrouiller la science*, a été introduite par M. E. de Beaumont, qui, avec sa sagacité ordinaire, a vu ce qu'on appelle *spilite*, ou *variolite du Drac*, dans l'Isère, subir dans le Var tant de variations, qu'il aurait été impossible de le rapporter à un type unique; qu'en un mot tout cachet minéralogique disparaissait. M. Brongniart fait du mélaphyre une roche amphibolique; M. d'Omalius le classe dans les roches pyroxéniques; M. Durocher désigne par le nom de trappéenne une formation décrite par d'autres géologues sous celui de spilite. Eh bien, M. de Beaumont, dans le mémoire précité, applique indistinctement aux spilites du Var les désignations de *spilite*, de *mélaphyre*, de *trapp* et d'*amygdaloïde*, et à son exemple, j'ai choisi le terme de mélaphyre pour l'appliquer à une formation très développée dans le Var, et qui admet indistinctement, et à la fois, au milieu d'une pâte pyroxénique, de même nature que celle des spilites de l'Isère, des noyaux calcaires, des géodes d'agate, des cristaux de labradorite, d'albite ou d'orthose. Il arrive même assez souvent que tous ces principes accidentels diminuent sensiblement de volume, et donnent alors à la masse entière cette

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

apparence porphyrique signalée par M. Itier dans les spilites de la carrière de Trouillet, près de Champs (Isère) (tom. XI, p. 384), spilites qui s'écartent essentiellement sous le rapport de la structure des *variolites du Drac*, et offrent, au contraire, les plus grands rapports avec les mélaphyres ou les dolérites. Serions-nous fondés, d'après ce fait, à proclamer que M. Gras a embrouillé la science, en comprenant ce gisement dans son terrain spilitique de l'Isère, et que, pour ne pas lui avoir appliqué son véritable nom minéralogique, l'*auteur lui-même n'avait pas une idée bien nette des roches dont il a voulu parler?*

M. Hommaire de Hell lit la note suivante de M. Levaillant, membre de la commission scientifique de l'Algérie:

Sur l'origine des cavernes à ossements.

On rencontre parfois dans les terrains de formation crétacée ou tertiaire de larges crevasses qui communiquent à des cavernes situées à une plus ou moins grande distance au-dessous du sol. Lorsque ces fissures ont leur ouverture supérieure masquée par la végétation des terres qui couvrent la roche, elles forment alors inévitablement de véritables piéges qui, restant tendus pendant des siècles, finissent par devenir le tombeau de toutes les espèces d'animaux qui s'y laissent tomber sans en pouvoir sortir; puis, plus tard, si les parties inférieures de ces failles sont mises à nu, soit par des éboulements, soit par des soulèvements, soit par n'importe quels bouleversements du sol, on doit naturellement y trouver les débris des animaux qui y ont péri, dès que l'on suppose la réunion des diverses circonstances nécessaires à la conservation des restes organiques.

On a cherché à expliquer la présence des ossements par l'effet de courants. Cette explication nous semble peu rationnelle; car il est bien difficile de comprendre que des courants d'eau aient pu réunir dans des limites aussi resserrées les débris d'animaux qui ont vécu dispersés, et dont les conditions d'existence ont été complétement différentes. Il suffit d'ailleurs d'examiner les corps battus et charriés par les eaux pour observer partout les traces irrécusables du frottement, traces que je n'ai jamais constatées sur les ossements des nombreuses cavernes que j'ai visitées.

On a ensuite avancé une autre opinion généralement adoptée de nos jours: on a pensé que de longues suites de générations

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

avaient fait leur séjour dans les mêmes cavernes, et que leurs débris mêlés aux restes des animaux qui leur avaient servi de pâture, et postérieurement enveloppés dans des dépôts argileux ou calcaires, avaient ainsi produit ces singulières formations pétries de restes organiques.

Cette opinion est en contradiction flagrante avec l'observation sérieuse des actes de la vie des animaux. Ce n'est que très accidentellement que quelques uns d'entre eux meurent dans leurs refuges. La lutte incessante dans laquelle ils vivent ne manque jamais de livrer les plus faibles, ainsi que ceux dont l'âge a affaibli les forces, à la dent de leurs ennemis; et leurs restes, disséminés, abandonnés à la puissance destructive des agents extérieurs, ne laissent bientôt plus de traces de leur existence. Dans mes excursions en Algérie, j'ai eu occasion de visiter un douaire abandonné par ses habitants depuis une trentaine d'années. J'y ai trouvé une immense quantité d'ossements d'animaux domestiques; mais ils ne présentaient déjà plus que des fragments informes, en exfoliation et au moment de disparaître entièrement.

Sans vouloir précisément généraliser, je pense donc que c'est dans les fissures ou piéges naturels cités ci-dessus qu'il faut chercher l'origine de la plupart des cavernes et des brèches à ossements. Partout où la nature des lieux défend l'accès des fissures aux corps étrangers, là, naturellement, le temps doit réunir les débris des animaux dans des espaces plus resserrés. Si ensuite les cavernes qui terminent ces fissures à leurs bases sont abritées et desséchées, la conservation des restes organiques est assurée jusqu'au moment où une matière argileuse ou calcaire vient les mettre entièrement à l'abri de toute destruction ultérieure.

J'ai vu près d'Almarar, dans l'Estramadure, une caverne ouverte par l'éboulement d'un escarpement, et qui contenait une grande quantité d'os de chèvres, de moutons, de renards et de lapins dont la réunion ne pouvait avoir une origine étrangère à mon opinion. Il existe dans la sierra de Andia, près de Pampelune, une crevasse très redoutée des pasteurs, qui assurent que, de tout temps, elle a englouti un grand nombre de bestiaux.

C'est un fait généralement connu des chasseurs du midi de l'Espagne, que, lorsque la sécheresse ouvre de grandes fissures dans le sol, la majeure partie du jeune gibier y périt engloutie.

Près de la Calle, en Algérie, dans une caverne nouvellement ouverte par un éboulement, j'ai vu des ossements de chèvres, de porcs-épics, de chacals.

Enfin, chassant un jour près du cap Tilfila, je suis tombé dans

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

un silo abandonné, qui renfermait avec les mêmes ossements une grande quantité de débris de tortues.

Tous ces piéges naturels ont été imités par tous les peuples de la terre, et il est évident, comme je l'ai déjà dit, que dans tous ceux qui ont pu réunir accidentellement certaines conditions de terrain, de formation et de durée, on doit rencontrer les débris des animaux qui s'y sont laissés tomber.

M. Deshayes dit que M. Levaillant lutterait contre l'évidence s'il contestait l'existence de longues générations d'animaux dans les cavernes.

M. Alc. d'Orbigny dit que, pour lui, il n'a jamais vu vivre dans les cavernes d'autres mammifères que des chauves-souris.

M. Virlet pense que M. Levaillant a tort de vouloir généraliser le phénomène du dépôt des ossements fossiles; que ce qu'il cite n'est qu'un cas particulier qui a bien pu donner lieu à des dépôts ossifères, mais que cela n'infirme pas les observations faites, et qui prouvent l'existence d'animaux dans les cavernes, et surtout le dépôt des ossements par des cours d'eau souterrains, ce que confirme souvent ce mélange d'ossements d'espèces et de genres si divers. Il rappelle à ce sujet sa théorie de la formation des cavernes, insérée dans les Bulletins de la Société (1), et ce phénomène des *katavothrons* de la Grèce, conduits ou gouffres souterrains qui, en donnant issue aux eaux des grandes plaines fermées de cette contrée, empêchent qu'elles ne deviennent des lacs. Ils donnent, suivant lui, l'explication toute naturelle de beaucoup de dépôts ossifères des cavernes. Il rappelle qu'il a pu pénétrer assez avant dans quelques uns de ces katavothrons, et qu'il a pu reconnaître dans les chambres, analogues à celles des cavernes, que présentent ces souterrains, des ossements humains mélangés à ceux des différents animaux existant aujourd'hui à la surface, et que les pluies torrentielles et intertropicales, qui constituent ce que l'on peut appeler l'hiver de cette contrée, y amènent avec les limons qui les renferment.

(1) Tome III, p. 223; tome IV, p. 317; tome VI, p. 154 et suivantes.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Boubée croit l'explication de M. Levaillant très admissible pour un certain nombre de cas, surtout pour les brèches osseuses en filons, qui sont assez fréquentes, et dont on voit à Cette un des exemples les plus connus; mais il ne pense pas qu'on doive la généraliser à l'égard des cavernes, d'abord parce qu'il est très positif que divers animaux, soit parmi les grandes, soit parmi les petites espèces, habitent les cavernes, les terriers et les anfractuosités des roches, ensuite parce que la plupart des grottes à ossements offrent diverses issues qui auraient permis aux animaux une retraite facile. Dans plusieurs de ces grottes on voit des cours d'eau, même des traînées de sable et des cailloux granitiques qui prouvent qu'elles ont toujours été ouvertes latéralement; d'autres enfin, qui sont à la base de hautes montagnes, n'ont absolument que des ouvertures latérales : dans celles-là il est impossible d'admettre que les animaux dont elles contiennent les débris aient pu s'y trouver engloutis par des fentes supérieures, et que, lorsqu'ils s'y trouvaient engagés d'une manière ou d'autre, ils n'aient pu en sortir sans peine ; car il est évident que ces grottes ont toujours été d'un accès facile, comme elles le sont encore aujourd'hui, et d'un accès même plus facile que de nos jours, puisqu'elles ne devaient pas se trouver aussi embarrassées de stalactites, dont le labyrinthe se complique de jour en jour. Telles sont, par exemple, les grottes de Bédillac, de Niaux, et de Lavelanet dans l'Ariége, la belle grotte de Troubat dans la Barousse, les grottes de Gabas et d'Iseste dans les Basses-Pyrénées, etc.

M. Deshayes dit que si les hyènes vaguent la nuit pour chercher leur proie, le jour elles se retirent dans les cavernes, où les Arabes, qui connaissent très bien cette circonstance, vont les prendre.

M. Hommaire de Hell dit qu'il a habité des pays où les loups abondent, la Russie, la Moldavie; qu'il y a vu souvent les loups se cacher dans les hautes herbes, mais jamais dans les cavernes.

M. d'Omalius d'Halloy fait observer que les renards habitent les cavernes; M. Boubée, que toutes les genettes habi-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tent les cavernes du calcaire jurassique ; que les lapins habitent dans des terriers.

M. Hommaire de Hell ajoute que ces animaux n'y portent pas leur proie ; qu'il ne le croit pas du moins.

Le Secrétaire donne lecture du mémoire suivant de M. Coquand.

Sur les terrains tertiaires de la Toscane.

Depuis quelques années, on a beaucoup écrit sur les terrains tertiaires de la Toscane. Des géologues distingués, parmi lesquels nous devons citer MM. Savi et de Collegno, ont dernièrement publié des mémoires dans lesquels la question de l'âge de ces terrains, envisagée sous le point de vue particulier à chacun de ces auteurs, a puisé un intérêt nouveau dans la découverte faite à Monte-Massi et à Monte-Bamboli de deux couches de lignite collant. L'industrie, qui s'est flattée de l'espoir d'alimenter avec ce combustible tous les bateaux de la Méditerranée, a cru trouver dans les Maremmes des richesses souterraines au moins égales à celles de Newcastle et d'Anzin ; et cette conviction, qui lui a fait consacrer à des travaux de recherches des sommes importantes, a permis d'étudier les terrains tertiaires inférieurs de cette partie de l'Italie jusqu'à une profondeur considérable, et de recueillir sur la nature des fossiles et la succession des couches tous les documents qui pouvaient intéresser la science.

Dans un mémoire récent (1) que vient de publier le professeur Savi, les vallées de la Bruna et de la Cornia sont minutieusement décrites, et l'auteur, après avoir étudié tous les caractères particuliers aux gisements de Monte-Massi et de Monte-Bamboli, discuté la valeur des faits observés et apprécié la valeur des fossiles recueillis, s'occupe d'en déterminer l'âge et la position par rapport aux *marnes subapennines* qui les recouvrent, et par rapport au *macigno* (craie correspondant au grès vert) qui les supporte, et il conclut que les couches *carbonifères* de la Toscane correspondent à l'étage *moyen* des terrains tertiaires ou période *miocène*. Il les assimile ensuite aux lignites de Cadibona, de Caniparola, à ceux de la Provence et du Soissonnais, en s'appuyant pour ces rapprochements sur l'autorité de MM. Brongniart, Pareto, Sismonda et Élie de Beaumont. Cette assimilation de position, pour ces di-

(1) *Sopra i carboni fossili delle Maremme Toscane*, Pisa, 1843.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

verses localités, exige une rectification importante pour la faire concorder avec les idées des savants auteurs de la carte géologique de France; car si M. Brongniart a établi le synchronisme entre les lignites du Soissonnais et ceux du midi de la France, on sait aussi que M. de Beaumont considère avec tous les géologues les premiers comme appartenant à l'étage tertiaire inférieur, et qu'il range les seconds dans l'étage moyen. Au surplus, M. Savi, en reproduisant ses idées, qu'il a étendues, sur les couches *carbonifères* de la Toscane, a eu pour but principal de fixer l'opinion publique sur le véritable gisement d'un combustible fossile, objet d'un enthousiasme général dans le monde industriel, et que sa propriété de former du coke faisait considérer comme une houille appartenant au terrain houiller.

M. de Collegno (1), qui a parcouru la Toscane pour y reconnaître la confirmation des conclusions auxquelles il est arrivé relativement à la constitution géologique de la montagne de Superga en Piémont, reconnaît dans le terrain tertiaire des Maremmes deux étages distincts (2): le premier, peu riche en fossiles, caractérisé par la présence de plusieurs couches de lignite (terrain tertiaire *ophiolitique* ou *carbonifère* de M. Savi), et le second représenté par les *marnes subapennines*. Ce dernier terme se compose : 1° de marnes bleues; 2° de *sables jaunâtres* qui leur sont supérieurs, et dont on peut étudier les relations et un bel exemple dans les environs de Volterra. Toujours, d'après M. de Collegno, les gypses blancs que l'on travaille dans cette ville, et les salines que l'on exploite sur la rive droite de la Cecina seraient une dépendance de la partie inférieure des marnes subapennines. Aux sables jaunes se lierait, sans pouvoir en être séparé, un calcaire marin qui forme à Volterra plusieurs lits exploités comme pierre de taille. Suivant M. Savi, cette *panchina* (c'est le nom qu'on lui donne dans la contrée) devrait être séparée des terrains tertiaires proprement dits, son origine se rattachant à la formation des travertins, si abondants dans le Massitano.

Après cet exposé, M. de Collegno se demande si les *terrains carbonifères* et les *marnes bleues* appartiennent à deux formations géologiques indépendantes l'une de l'autre. Pour résoudre cette question, il cite entre ces deux étages plusieurs exemples de discordance observés par lui soit dans la vallée de l'Era, à la Sterza, soit à la Bacchettona, dans le voisinage de Monte-Catini, desquels

(1) *Bulletin de la Société géologique*, tome XIII, p. 265.
(2) *Bulletin de la Société géologique*, tome XIII, p. 267.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

il résulte que l'étage inférieur avait subi une première dislocation avant le dépôt des marnes subapennines. Ces conclusions, que justifie pleinement l'étude géologique de la Toscane, et auxquelles les faits que nous exposerons bientôt donneront une nouvelle force, ont de l'importance pour établir la distinction indiquée, mais elles sont insuffisantes, à notre avis, pour introduire, ainsi que M. de Collegno a tenté de le faire, les couches *carbonifères (ophiolitiques* de M. Savi) dans l'étage moyen des terrains tertiaires.

Dans nos deux premiers voyages en Toscane, en 1842 et 1843, et depuis notre séjour dans ce duché, nous avons eu occasion d'en visiter si souvent les vallées tertiaires, que plusieurs points d'observation échappés aux deux savants dont les idées viennent d'être exposées nous ont démontré l'existence, entre les couches *carbonifères* et les marnes subapennines, d'un étage puissant, d'origine marine, et analogue, par sa position comme par ses fossiles, à la molasse du midi de la France, telle qu'on l'observe sur les bords de l'étang de Berre, dans les environs d'Aix, dans la vallée du Rhône, à Saint-Paul-Trois-Châteaux, et que tous les géologues considèrent, avec MM. de Beaumont et Dufrénoy, comme le représentant de la seconde formation marine de Bordeaux, c'est-à-dire l'étage moyen des terrains tertiaires. Il serait superflu de défendre ici l'exactitude de ce synchronisme, puisque, M. Matheron et moi, nous avons recueilli en Provence presque tous les fossiles particuliers au bassin de la Gironde.

Aussi, dans les détails qui vont suivre, et qui ne seront, pour ainsi dire, que la légende des coupes naturelles qui accompagnent cette notice, nous constaterons dans la Toscane la présence de trois étages distincts dans les terrains tertiaires :

1° L'étage inférieur, caractérisé par l'existence du lignite et de fossiles identiques à ceux qu'on observe dans les terrains à gypse d'Aix et de Gargas, près d'Apt (Vaucluse), et que nous rangeons dans la partie supérieure de l'étage inférieur des terrains tertiaires;

2° L'étage moyen, indiqué en Toscane comme en Provence par une molasse marine renfermant des fossiles identiques à ceux de Bordeaux, et nettement séparé de l'étage précédent par une discordance de stratification ;

3° L'étage supérieur, c'est-à-dire les *marnes subapennines*, supérieur à la molasse et concordant avec elle.

De ces distinctions découlera l'impossibilité de considérer comme appartenant aux marnes subapennines les sels gemmes des environs de Volterra, et les gypses blancs qu'on observe au milieu des argiles dans la vallée de la Cecina et dans celles du Pavone et de la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

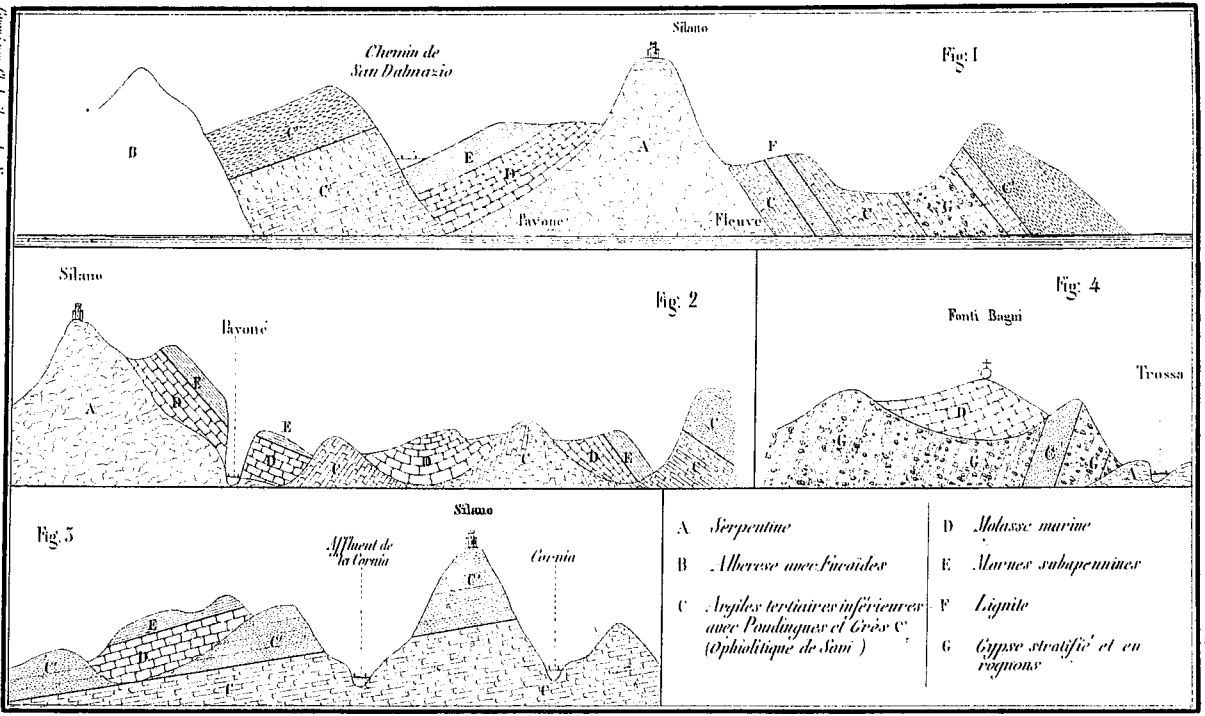
Possera, puisque nous démontrons que les uns et les autres sont inférieurs aux molasses marines, et de plus discordants.

Lorsqu'en se rendant de Pomérance à Monte-Castelli, par le hameau de San-Dalmazio, on a dépassé le torrent de la Possera, qui descend des lagoni de Monte-Cerboli, on arrive à la vallée du Pavone par un col occupé par un calcaire marin jaune (molasse), et par des marnes subapennines remplies de coquilles bien conservées, parmi lesquelles dominent la *Nucula margaritacea*, le *Rostellaria Brongniarti*, le *Pecten sœnensis*, des *Dentalium*, etc. Ces marnes très ravinées s'enfoncent sous un angle très aigu sur la droite de l'observateur; et comme, plus bas, elles recouvrent des argiles de même couleur, mais appartenant à l'étage inférieur tertiaire, elles semblent acquérir une épaisseur très considérable. A mesure que l'on approche du Pavone, elles vont s'amincissant, et laissent apercevoir très clairement leur superposition à la molasse marine, dont les couches s'élèvent vers la ruine de Silano, et forment, sur le mamelon serpentineux qui la supporte, un manteau très épais (*voyez* pl. VII, fig. 1).

A la plage dite de Mitigliano, où le Pavone a formé une plaine d'alluvion aux dépens des couches argileuses qui le dominent dans la direction de Castel-Nuovo, les eaux, arrêtées brusquement par l'épais barrage de calcaire marin qui traverse la rivière, s'engagent au milieu de cette molasse et des effrayants escarpements serpentineux de Silano, et coulent dans un étroit défilé dont elles ne s'affranchissent qu'après avoir retrouvé, vers la Cecina, où elles se jettent, les mêmes terrains tertiaires qui forment une ceinture autour des roches ophiolitiques. Si de Mitigliano on gagne sur la droite du Pavone le chemin qui conduit à Monte-Castelli, et si, après avoir dépassé les limites du calcaire marin jaune que l'on voit s'enfoncer à une faible distance sous les argiles subapennines, on porte ses regards vers la masse de Silano, on saisit et on suit dans tous ses détails (*voyez* fig. 1) la position relative des divers étages tertiaires qui s'échelonnent depuis l'antique forteresse jusqu'aux couches secondaires, dont la portion visible s'élève sous forme d'un promontoire placé entre les vallées du Pavone et de la Possera, et se lie sans interruption, en passant par Castel-Nuovo, à la ligne de montagnes qui divisent les eaux de la Cecina de celles de la Cornia.

Le calcaire marin (D) sur lequel est placé l'observateur offre une ressemblance si frappante avec celui que l'on exploite dans le midi de la France, à Aix, à Trognes, à Cadenet, à Mirabeau, qu'il est impossible d'y apercevoir la moindre différence, soit

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



Gravé par Ch. Auril rue des Nuyens 33.

Imp. Simon à Paris

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dans la disposition de ses éléments, soit dans l'allure des strates, soit dans la physionomie qu'il prête au paysage. Je retrouvais dans le Pavone ces accidents particuliers de terrains répandus aux environs d'Aix, avec ces escarpements bizarres qui semblent dessiner des golfes, des rades, des îles que la mer viendrait à peine d'abandonner. Examiné avec attention, il présente une masse entièrement composée de débris triturés de coquilles marines, dont le test a été aggluliné par un suc calcaire qui enveloppe aussi des grains de quarz et de roches étrangères à la localité. Bien que la masse paraisse solide et homogène, quand on pratique la cassure dans des morceaux sains, l'exposition aux actions de l'air et de l'eau en amène facilement la désagrégation, et donne naissance à un sable impur au milieu duquel il est plus facile de rencontrer des coquilles conservées, ou du moins d'en reconnaître les fragments. Les *Ostrea* et les *Pecten* paraissent s'y être conservés de préférence. A Pomérance, j'ai observé le *Pecten latissimus* (*laticostatus* Lamarck) et le *P. benedictus* Lamk., espèce très répandue, comme on le sait, dans les terrains tertiaires moyens de la Provence et de la Gironde, et des huîtres dont le nom spécifique m'échappe, mais dont les formes me rappelaient celles qui abondent sur les bords des étangs de Berre, à Istres, à Cadenet. Parmi les univalves, les *Turbo*, les *Turritella*, les *Pleurotoma*, les *Volata*, les *Pyrula* et les *Cónus* paraissent être les plus abondants.

L'épaisseur totale de ce système n'est pas moindre de 60 à 70 mètres, et il se compose de bancs excessivement épais, entremêlés de lits plus minces et plus friables. Son indépendance dans la vallée du Pavone, comme à Fonte Bagni (fig. 4) et à Pomérance, est attestée par la manière dont il repose indistinctement sur la serpentine ou bien sur le terrain tertiaire inférieur, et avec celui-ci en discordance complète de stratification.

A ces molasses redressées sous un angle très considérable succèdent les marnes subapennines caractérisées par tous les fossiles qui leur sont propres, et surtout par une huître à valve supérieure plissée que j'avais eu déjà occasion de recueillir à Gajatico, à la Sterza, à Monte-Catini, et qui diffère essentiellement de celles que renferment les molasses de Pomérance et de San-Dalmazio. Dans l'hypothèse que ces deux étages qui se recouvrent et qui sont concordants fussent les deux membres d'une même formation, j'ai apporté un soin minutieux dans l'examen des fossiles, pour m'assurer si les mêmes espèces existaient également dans la molasse et dans les marnes. J'ai pu me convaincre du contraire, et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

voir par conséquent les différences paléontologiques concorder avec les différences minéralogiques.

J'ai dû parler d'abord de l'étage des molasses, parce que dans les environs de Monte-Castelli, il forme un des traits dominants de la contrée, et parce que je voyais surgir devant moi un terrain nouveau, qui devenait un excellent point de repère pour la classification des divers membres de la formation tertiaire de la Toscane : terrain dont n'avait parlé aucun des géologues qui ont écrit sur cette partie de l'Italie, ou qui aura été confondu probablement avec la *panchina*, espèce de molasse qui couronne les marnes subapennines, mais qui n'a aucun rapport de position avec celle qui nous occupe en ce moment, et qui nous servira pour séparer nettement les terrains supérieurs d'avec la partie inférieure dont je vais dire quelques mots.

Le chemin de San-Dalmazio (fig. 1) est pratiqué à la jonction des molasses et des marnes subapennines qui pendent vers le S.-O. Dans cette direction, ces deux étages semblent passer sous un système d'argiles, de marnes, de grès et de poudingues ophiolitiques qui traverse la route de Monte-Castelli à Monte-Cerboli, et qui forme au-dessus de la plage de Mitigliano un escarpement élevé, d'une puissance de beaucoup supérieure à celles de la molasse et des marnes réunies. Cette apparence est trompeuse. En effet, il est facile de s'assurer qu'elles buttent contre ce système de la même manière que, dans la vallée de l'Arc, près d'Aix, les terrains à lignite buttent contre les chaînes secondaires qui les dominent. Etudié dans la plaine même de Mitigliano, le rapport des terrains ne peut être saisi au premier coup d'œil, à cause de l'épaisse couche d'argile qui recouvre le sol et masque les accidents des couches. Mais si l'on suit le défilé du Pavone, à l'endroit même où cette rivière s'engage dans la fissure profonde ouverte au centre de la masse serpentineuse, on voit avec la plus grande évidence que la molasse, la même que celle que nous avons étudiée sur le chemin de San-Dalmazio, et qui reparaît ici dans toute sa beauté, dans toute sa puissance, que la molasse, dis-je, recouvre, en discordance complète de stratification, un terrain argileux généralement très pauvre en fossiles, mais contenant du lignite collant comme celui qu'on exploite à Monte-Massi et à Monte Bamboli (*voyez* fig. 2). Les argiles, vers le point où la route de Monte-Castelli traverse la rivière, s'affranchissant des molasses, prennent un développement plus considérable, et forment, sur les deux rives de la vallée, des escarpements couronnés par les couches de cailloux ophiolitiques qui dominent les marnes subapen-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nines et la molasse à la plage de Mitigliano. Il n'y a qu'à jeter les yeux sur la coupe (fig. 2) pour reconnaître la discordance plusieurs fois répétée qui existe entre les deux derniers étages et les argiles tertiaires inférieures (C), qui étaient déjà dénudées lorsqu'elles ont été plus tard recouvertes en partie. En réalité, le fait le plus concluant que présente la berge droite du Pavone, dans le voisinage de la serpentine, est sans contredit la manière dont le terrain marin repose sur l'étage à lignite, lequel, disloqué avant l'irruption de la mer tertiaire, a successivement présenté les tranches de ses couches au manteau des molasses, dans tous les points où le soulèvement ne les avait pas portées au-dessus de ses atteintes.

Si, au lieu de tracer la coupe par le Silano, on l'établit sur les flancs des serpentines de Monte-Castelli, on s'assure encore de l'indépendance des deux formations et de l'identité de leurs caractères (1).

La rivière du Pavone n'est pas le seul point qui offre un exemple si éclatant de discordance entre la molasse et le terrain à lignite. La vallée de la Cornia nous en présente un tout aussi concluant. Si, après avoir laissé à gauche les *Lagoni Rossi*, on remonte le lit de ce fleuve, on aperçoit bientôt le petit chemin qui conduit à travers un torrent au misérable village de Lustignano. On coupe successivement (*voyez fig.* 3) des assises puissantes de cailloux roulés, noyés dans une argile ferrugineuse (C), représentant la partie supérieure des terrains tertiaires à lignite et reposant sur les argiles bleues qui contiennent le combustible (C'); 2° les marnes subapennines (E) avec leurs fossiles caractéristiques; 3° la molasse marine (D), qui, à cause du redressement qu'elle avait éprouvé antérieurement, vient s'appuyer sur les mêmes cailloux que nous avions déjà rencontrés. Tous ces rapports sont si clairement exprimés sur les bords de la Cornia, depuis le chemin de Lustignano jusqu'à la tour ruinée dont la montagne qui la supporte divise les eaux qui descendent des hauteurs de Saranzano et des gorges du Sasso, que la seule inspection des lieux ou de la coupe qui les représente (*fig.* 3) en dit plus que ne pourraient le faire les descriptions les plus détaillées.

Il reste donc bien prouvé qu'il existe en Toscane trois étages bien distincts dans les terrains tertiaires : l'inférieur, lignitifère

(1) Dans les travaux exécutés dans la serpentine, au-dessous de Monte-Castelli, pour la recherche du minerai de cuivre, une galerie de reconnaissance vient de recouper un lambeau d'argiles inférieures avec une

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

(ophiolitique M. de Savi); le deuxième, marin, constituant une molasse d'une épaisseur considérable; le troisième, marnes subapennines. Il n'en reste pas moins prouvé que les deux supérieurs, qui sont concordants entre eux, reposent transgressivement sur les couches du plus inférieur.

Avant de discuter la valeur des caractères qui nous serviront pour fixer leur âge, disons qu'il est impossible de confondre la molasse dont nous parlons ici avec la *panchina* mentionnée par MM. Savi et de Collegno, et qui est toujours supérieure aux marnes subapennine, ainsi qu'on peut s'en convaincre dans la vallée de la Cecina, et surtout à Casale et à Bibbona, où elle est bien développée. Lorsque j'ai visité Volterra, j'étais tellement nourri des idées de M. Savi, que je n'ai point donné d'attention à la *panchina* que ce savant y cite. La première fois même que je parcourus Pomérance, Silano et Monte-Castelli, je voyais de la *panchina* dans la molasse de ces diverses localités; j'étais seulement étonné de son prodigieux développement et de sa ressemblance avec la molasse du midi de la France.

Mais d'après les observations nouvelles que j'ai faites, il devient évident qu'il existe entre le terrain tertiaire *ophiolitique* et les marnes subapennines un étage dont M. Savi n'a pas parlé, et que dès lors on ne saurait plus considérer comme exactes les conclusions de ce savant pour la classification des terrains tertiaires de la Toscane, et qui sont conçues en ces termes :

« En examinant tous ces caractères et en en pesant la valeur, on » ne peut se dispenser de conclure que les terrains *carbonifères* » de la Toscane ne soient supérieurs à l'*alberese* ou calcaire à *fucoïdes;* de plus, comme j'ai vu à Monte-Bamboli ces mêmes » terrains carbonifères recouverts par l'argile remplie d'huîtres et » de fossiles propres aux terrains tertiaires subapennins (*Pliocène*), » je dois arriver à la conséquence qu'ils sont inférieurs aux marnes » subapennines; donc, les terrains *carbonifères* des Maremmes étant » placés sous les marnes subapennines et sur nos terrains secon- » daires les plus récents (crétacés), ils ont la position reconnue » pour être celle des terrains tertiaires *moyens* ou *miocènes* de » Lyell, et sont analogues à ceux qui renferment des lignites, » comme à Marseille, à Aix et dans le Soissonnais (1). »

---

couche de lignite collant, tellement enclavé dans la roche ophiolitique, que j'ai eu beaucoup de peine à la retrouver et à en reconnaître la véritable position à la surface.

(1) *Sopra i carboni fossili delle Maremme Toscane*, p. 34.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Savi, comme on le voit, a été moins guidé pour cette classification par les caractères paléontologiques que par ceux de superposition. Si j'adoptais un pareil mode de raisonner, j'aurais le droit d'avancer à mon tour que les couches *carbonifères* de la Toscane, étant placées sur la craie, appartiennent à l'étage inférieur. Je ne peux arriver à cette conclusion qu'en m'appuyant sur la valeur des fossiles ou qu'en prouvant que le terrain à lignite, séparé des marnes subapennines par un étage marin très développé, appartient réellement à la période *éocène*.

Si à ces déductions, tirées de l'examen des rapports des masses, je joins les rapprochements que peuvent fournir des terrains analogues dans une contrée voisine de la Toscane, la question aura fait un pas de plus, surtout si je les appuie sur la considération de la présence des mêmes fossiles.

Cette contrée, c'est la Provence, où les terrains ont été mal classés par M. Dufrénoy, à cause d'une erreur commise d'abord par M. Rozet, répétée par le premier savant, et introduite depuis dans la belle carte géologique de France.

Voici, en effet, ce qu'on lit dans le Mémoire sur les terrains tertiaires du midi de la France (page 128) :

« La séparation de l'assise supérieure des terrains tertiaires des » autres assises de ces mêmes terrains, est un des phénomènes géo- » logiques les plus prononcés. M. Élie de Beaumont a depuis long- » temps fait ressortir ce fait important. Parmi les différents exem- » ples qu'il indique je rappellerai que, près de Voreppe, le terrain » qu'il désignait alors sous le nom de transport ancien recouvre en » stratification discordante la molasse coquillière. On retrouve cette » superposition transgressive dans beaucoup d'autres localités. » Le *calcaire à hélices* des environs d'Aix, dont M. Rozet a donné » une description, est déposé en couches horizontales sur les tran- » ches du terrain d'eau douce exploité au pied de la montagne de » Sainte-Victoire, dans les escarpements du Tholonet. Cette su- » perposition est d'autant plus remarquable, que les couches du » calcaire du Jura et de la brèche du Tholonet sont coupées toutes » à la même hauteur, et que le calcaire à hélices s'est déposé sur » l'un et sur l'autre en stratification discordante, et y forme une » espèce de nappe. »

Ce grès à Hélices, la cause de tout mal, décrit comme étant d'eau douce par M. Rozet, et rapporté à tort à l'étage supérieur des terrains tertiaires par M. Dufrénoy, n'est cependant autre chose que la même molasse coquillière de Saucats, de Sommières, d'Avignon, etc., décrite ou signalée par ce dernier observateur, et con-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sidérée justement comme tertiaire moyen. J'y ai trouvé, et tous les géologues y ont trouvé depuis, l'*Ostrea virginica*, des *Conus*, des *Turritella*, des *Natica*, etc.; de plus, les lignes de contact entre cette molasse, les brèches du Tholonet et le calcaire jurassique de Sainte-Victoire sont percées par des myriades de Pholades, et tellement pavées d'Huîtres que l'erreur dans laquelle on est tombé devient vraiment inexplicable (1). J'ai cru avoir suffisamment démontré ailleurs (2) que la présence des Hélices, des Bulimes et des Cyclostomes, et l'absence absolue de toutes coquilles *fluviatiles* trouvaient une explication naturelle dans la position de ces molasses mêmes, qui, au Tholonet et au-dessus d'Aix, représentent une ancienne côte où la mer déposait, avec des cailloux roulés, des grès et des coquilles marines brisées, les Hélices et les autres coquilles terrestres voisines de son rivage.

C'est encore par suite de cette méprise que M. Dufrénoy a sé-

---

(1) J'ai eu l'avantage de montrer moi-même cette localité à M. de Collegno.

(2) Voici, en effet, comment je m'exprime à cet égard dans mon *Cours de géologie professé au Musée d'histoire naturelle d'Aix*, p. 215.

« La molasse est exploitée près d'Aix, au-dessus du Tholonet. Les co-
» quilles que l'on y rencontre sont presque toutes incomplètes ou usées
» par le frottement; les espèces qui ont le mieux résisté au ballotage des
» vagues à cause de l'épaisseur de leur test, se rapportent aux genres
» *Ostrea*, *Anomia*, *Balanus*, *Conus*, *Cyprea*, etc. Au milieu de ces débris
» marins on rencontre assez abondamment des *Helix*, des *Cyclostoma* et
» quelques *Bulimus*; les carrières du Tholonet surtout en sont remplies. La
» présence de coquilles terrestres au milieu des produits marins est facile à
» expliquer. Lorsque les molasses se déposaient sur les côtes de l'ancienne
» mer, les coquilles terrestres qui vivaient dans leur voisinage furent en-
» fouies dans les couches en formation, et se trouvèrent ainsi mêlées à des
» espèces marines: aussi n'est-il pas rare de tailler des échantillons dans
» lesquels on observe à la fois des *Helix* et des *Conus*. Il est dès lors difficile
» de concevoir la raison qui a porté un habile géologue à établir un grès
» particulier d'eau douce à *Helix* dans un étage sous-marin. Cette dis-
» tinction était au moins superflue, car il était facile de s'assurer que
» ces coquilles se retrouvent dans la formation entière, et que les grès
» du Tholonet, dont l'étude lui a suggéré cette idée, n'étaient autre
» chose que les débris des mêmes fossiles marins que l'on rencontre sur
» beaucoup d'autres points. »

M. Matheron, dans son *Essai sur la constitution géognostique des Bouches-du-Rhône*, Marseille, 1839, p. 89, s'exprime en ces termes :

« Je me borne à faire ressortir un fait patent : la superposition immé-
» diate et évidente de la molasse coquillière au terrain à gypses, si bien

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

paré la molasse de Cucuron, qui supporte un terrain d'eau à ossements d'*Hipparion*, de celle du Tholonet, qui, à la Rotonde, à deux pas d'Aix, est aussi couronnée par le même terrain d'eau douce; donc, à Cucuron, elle serait *étage moyen*, et le calcaire superposé *étage supérieur*, tandis qu'à Aix la même molasse serait *étage supérieur*. Que faire alors du calcaire d'eau douce qu'elle supporte? Il est d'ailleurs facile de s'assurer, quand on étudie la relation des terrains situés entre Pertuis et Manosque, que les cail-

---

» démontrée par les environs de Beaulieu, de Rognet, de Lambesc, et » notamment de Font-Rousse (près d'Aix), qui prouvent jusqu'à la der- » nière évidence que la molasse coquillière est supérieure au terrain à » gypses d'Aix.

» Cela posé, conçoit-on qu'il puisse exister quelques raisons s'opposant au » rapprochement de ce gypse avec celui de Paris? Je ne le pense pas, car » ce dernier occupe précisément dans le bassin de la Seine la place du » premier; il est inférieur au grès de Fontainebleau, dont le parallélisme » avec la molasse coquillière est admise avec toute raison par l'univer- » salité des géologues. »

Voyez encore M. Matheron, qui, dans son *Catalogue des corps organisés fossiles des Bouches-du-Rhône*, Marseille, 1842, p. 82, s'exprime en ces termes :

« Il devient inutile de démontrer la superposition de la molasse sur le » terrain à gypse d'Aix, qui est un fait qu'on ne saurait contester. Or, si » à ce fait incontestable on joint cet autre fait qui ne l'est pas moins, le » parallélisme du terrain marin supérieur, des bassins océaniques avec la » molasse coquillière, ne sera-t-il pas évident que le terrain à gypse d'Aix » est l'équivalent des terrains à gypse de Paris? »

Le même géologue dit plus loin, p. 88 :

« J'arrive directement à une question qui mérite d'être résolue; je » veux parler de la position du grès à Hélices. Au dire de plusieurs géolo- » gues, ce grès est supérieur à la molasse, et par conséquent parallèle au » dernier terrain d'eau douce : cette opinion est erronée. Le grès à Hélices, » en effet, est une formation tout exceptionnelle et littorale qu'on ren- » contre non seulement à Aix, où elle a été signalée, mais encore à Pey- » rolles, à Souques et à Rognet. Eh bien, partout j'ai vu ce grès recouvert » par la molasse coquillière bien caractérisée; il ne saurait donc y avoir » de doute sur cette question. Mais il y a plus, c'est qu'à mesure qu'on » s'éloigne du bord de l'ancienne mer tertiaire, les Hélices disparaissent, » et le grès se transforme peu à peu en dépôt marneux. »

Voyez enfin les procès-verbaux de la session extraordinaire d'Aix, à la fin du XIIIe volume du *Bulletin de la Société géologique de France.*

(1) Les marnes subapennines existent aussi dans les environs de Vence, près d'Antibes, reposant directement sur la molasse.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

loux soulevés de la Durance (terrain tertiaire supérieur de M. de Beaumont) reposent en discordance de stratification sur la même molasse à Hélices et à coquilles marines que celle qui se trouve aux environs d'Aix.

Donc, l'identité de la molasse du midi de la France avec celle de Bordeaux étant un fait bien établi et reconnu par tous les géologues, et d'un autre côté, le grès à *Helix* d'Aix n'étant incontestablement autre chose que cette même molasse, il s'ensuit, comme conséquence rigoureuse et immédiate, qu'à Aix les terrains marins (étage moyen) reposant en discordance de stratification sur des terrains lacustres également tertiaires (marnes à gypse, calcaires à lignite), ceux-ci doivent être rapportés à la partie inférieure, ou période *éocène*.

En Toscane, mêmes relations, mêmes conséquences : marnes subapennines (1), molasse marine et terrain inférieur à lignite discordant.

Pour achever le rapprochement entre les terrains du midi de la France et ceux de l'Italie, poursuivons ma comparaison.

Entre Aix et Marseille, dans la vallée de l'Arc, les terrains d'eau douce inférieurs à la molasse acquièrent un développement considérable, et se laissent diviser en trois sous-étages bien distincts, qui sont, en allant de haut en bas : 1° les marnes à gypse ; 2° les argiles rouges avec brèches, du Tholonet ; 3° les calcaires argileux à lignite. Cette division se maintient très bien dans le reste de la Provence, surtout pour les marnes à gypse et pour les argiles rouges. Dans la vallée du Calavon (Vaucluse) et dans les Basses-Alpes (Dauphin, Manosque, Forcalquier), dans les environs de Roquevaire, Garlaban, les marnes gypsifères renferment un grand nombre de couches de lignite exploitées, qu'il ne faut pas confondre avec celles de Gardanne et de Fuveau qui leur sont inférieures, et qui sont placées à la base de la formation tertiaire. A Dauphin, il existe un banc de combustible qui se boursoufle avec la plus grande facilité, que les maréchaux de la contrée emploient dans leurs forges, et qui, en un mot, possède toutes les qualités de celui de Monte-Bamboli. A Gargas, toujours dans l'étage à gypse et dans une couche de matières charbonneuses, on a recueilli des débris très abondants d'ossements de *Palœotherium* et d'*Anoplotherium*, que M. de Blainville, à qui j'en ai montré des mâchoires complètes, a reconnus pour appartenir aux mêmes

(1) Les marnes subapennines existent aussi dans les environs de Vence, près d'Antibes, reposant directement sur la molasse.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

espèces que celles trouvées à Montmartre, et surtout à l'*Anoplotherium minus* de Cuvier. A Aix comme à Gargas, abondent des empreintes de poissons d'eau douce, des plantes dicotylédones, des fruits de pin, des *Thuya*, le *Palmacites Lamanonis* et des restes de tortues.

Au congrès de Lucques, j'eus occasion de voir la collection, faite par la compagnie d'exploitation, de diverses roches et fossiles provenant de Monte-Bamboli, j'y reconnus, à ne pouvoir pas m'y méprendre, le *Palmacites Lamanonis*, les mêmes cônes de pin, les mêmes feuilles dicotylédones et des fragments de tortues absolument identiques à ceux de la Provence; j'y observai même des écailles de poissons et des dents malheureusement cassées appartenant certainement à des pachydermes, mais qui me parurent se rapprocher beaucoup de celles de Gargas. Il ne pouvait donc exister aucun doute dans mon esprit sur l'identité des terrains à lignite de la Toscane avec les terrains d'Aix, de Gargas et des Basses-Alpes, qui, avec la même position géologique, la même discordance par rapport aux molasses, renfermaient et les mêmes lignites et les mêmes fossiles. M. Pilla combattit le rapprochement que j'en fis par des arguments puisés plutôt dans l'opinion des auteurs qui avaient écrit sur l'Italie que dans la nature même des faits. Il reproduisit la classification de M. Savi : « Les terrains » *carbonifères* sont inférieurs aux marnes subapennines; donc, ils » sont étage moyen. » Ce raisonnement par abstraction et que réfutent aujourd'hui la présence de la molasse coquillière en Toscane et l'identité des fossiles avec ceux des marnes d'Aix, qu'on ne peut plus considérer comme de la période miocène, ne saurait être admis; d'ailleurs MM. Savi et de Collegno, qui ont eu de très bonnes raisons à faire valoir pour tout ce qui concernait les terrains secondaires et les marnes subapennines, ont manqué de données suffisantes pour bien asseoir les couches à lignite et assigner leur véritable position ; ce n'est guère que par sentiment et sur des caractères incertains qu'ils ont appelé *moyen* un étage qui, d'après leurs idées, se trouvait dans un terrain tertiaire à série incomplète, mais à qui la découverte d'un compagnon capable de bien faire reconnaître son identité, rend et son rang et sa place.

L'ensemble des faits que nous avons détaillés nous conduit donc à ranger dans les terrains tertiaires inférieurs les couches *carbonifères* de la Toscane (terrain ophiolitique de M. Savi), et à établir leur synchronisme avec ceux du midi de la France de la manière suivante :

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TERRAINS TERTIAIRES DE LA PROVENCE.				TERRAINS TERTIAIRES DE LA TOSCANE.		
Étage supérieur (Pliocène)	Terrains lacustres. . .		Aix. Cucuron. Cadenet.	Étage supérieur	Marnes subapennines	Volterra. Sienne. Pomérance. Lustignano. Bibbona. Silano.
	Marnes subapennines. .		Péconlette. Fréjus. Vence. Antibes.			
Étage moyen (Miocène)	Molasse coquillière . .		Gargas. Cucuron. Aix. Istres. Manosque.	Étage moyen.	Molasse coquillière. .	Montecastelli. Pomérance. Lustignano. Silano.
Étage inférieur (Eocène).	Sous-étages.	1° Gypses et lignites supérieurs. .	Gargas. Aix. Manosque.	Étage inférieur.	1° Gypses et lignites.	Val di Bruna. Val di Cecina. Val di Corniа. Val di Pavone.
		2° Argiles rouges .	Tholonet. Vitrolles. Gargas.		2°.	manque.
		3° Lignites inférieurs. . .	La Cadière. Fuveau. Gardanne. Martigues. Lafare.		3°.	manque.

La facilité avec laquelle on peut faire, dans les diverses localités que nous avons mentionnées, la séparation des trois étages du terrain tertiaire de la Toscane, nous fournit également le moyen de fixer la véritable place occupée par les gypses et le sel gemme dans le Volterrano. M. de Collegno pense qu'ils dépendent des marnes bleues subapennines, et que le sulfate de chaux a été fourni en partie par les débris organiques contenus originairement dans les marnes. Il cite, à l'appui de son opinion, les collines situées entre Volterra et le pont suspendu de la Cecina. « L'absence » des corps organiques, ajoute ce savant, a fait penser quelquefois » que les marnes des salines de Volterra appartenaient à l'étage » tertiaire moyen, tandis qu'il me paraît hors de doute qu'elles » sont la continuation des marnes bleues qui contiennent tant de » coquilles à 1,200 ou 1,500 mètres au N. des salines, vers les » sources de l'Era. »

La nature de mes fonctions me fournit très souvent l'occasion de visiter la localité citée par M. de Collegno, et je conviens que la distinction entre les marnes subapennines et les gypses, quand les molasses manquent, est assez difficile à établir. Mais si, au lieu de borner ses observations à cette partie de la vallée de la Cecina, on les prolonge vers le massif qui supporte la ville de Pomérance, et qui peut être considéré comme une presqu'île entourée par la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Cecina, la Possera et la Trossa, il est impossible de se méprendre sur la position des gypses. On y voit, en effet, qu'ils font partie du vrai terrain tertiaire ophiolitique de M. Savi, soit de l'étage tertiaire inférieur. Le meilleur exemple que je puisse en citer se présente dans les environs de Pomérance, à la ferme dite *Fonte-Bagni*, où existent encore des traces de l'exploitation de soufre (*voy.* fig. 4). En effet, avant de franchir la rivière de la Trossa, on marche sur des masses de gypse intercalées dans des marnes bleues et recouvertes très distinctement par la molasse (*d*) discordante. L'on ne peut se méprendre sur leur nature et leur origine sédimentaire, puisque, sur une grande étendue, on les observe non seulement déposés en rognons alignés en série, mais encore en couches excessivement minces et alternant à plusieurs reprises avec des argiles bleues et des bancs de cailloux ophiolitiques et calcaires (*c*). Le même fait se reproduit à l'E. de Pomérance, sur le petit chemin qui conduit à la Lama, hameau dépendant du Silano, sur tous les flancs des collines, dans le voisinage de Monte-Cerboli, dans les alentours de Bibbona, de Radicondoli, etc.

La disposition des gypses en rognons est vraiment singulière; on dirait le plus souvent des blocs roulés qui auraient été alignés suivant le sens des couches argileuses. Quand on les brise, leur structure intérieure rayonnée indique que les molécules, au moment de la cristallisation, ont obéi à une attraction qui les a forcées de se grouper autour de centres divers. Les rayons eux-mêmes indiquent très régulièrement la direction des strates; et si, en beaucoup de points, ils sont espacés les uns par rapport aux autres, cet accident me paraît dû plutôt à la facilité qu'ont eue les éléments, lorsqu'ils étaient en solution dans les eaux, de se pelotonner en cristallisant librement au milieu des argiles, qu'à un métamorphisme que je ne puis admettre, surtout quand je vois sur tous les points, notamment sur la route de Pomérance, au pont suspendu de la Cecina, les mêmes gypses alternant à plusieurs reprises avec des poudingues composés de cailloux calcaires, sans que ces derniers, qui, d'après la théorie du métamorphisme, auraient dû être exposés aux mêmes influences sulfureuses que les couches calcaires ou les coquilles intercalées dans les marnes, aient subi la moindre altération.

A Fonte-Bagni, et sur la rive droite de la Trossa, le sulfate de chaux est tellement prédominant, qu'admettre avec M. de Collegno qu'il a été formé au moyen de coquilles subapennines, ce serait reconnaître une abondance de corps marins tellement prodigieuse, qu'on chercherait peut-être vainement dans la nature un

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

exemple qui pût justifier une pareille supposition. La pierre à plâtre, au surplus, qui acquiert dans ces deux localités une puissance de plus de 50 mètres, s'y présente, comme à Montmartre et à Aix, en masses compactes, régulières, et renfermées dans une infinité d'autres petites couches alternant avec des argiles, et donnant à la masse entière cette apparence rubannée et ondulée particulière à leurs analogues de Paris et du midi de la France. Si je n'avais eu à produire des preuves manifestes de superposition et de discordance, j'aurais peut-être pu m'autoriser de la présence de ce sulfate de chaux pour retrouver un trait de ressemblance de plus entre l'étage inférieur des terrains tertiaires de la Toscane et ceux des environs d'Aix.

D'un côté, la présence du sel gemme au-dessous des gypses fixe leur position; et de l'autre, la grande abondance des *Cardium* et des *Mytilus* dans les terrains tertiaires inférieurs, me fait admettre, avec M. Savi, qu'ils ont dû se déposer dans des eaux marines, ou au moins salées, comme celles des étangs de la Provence.

Séance du 20 *mai* 1844.

PRÉSIDENCE DE M. DESHAYES, *vice-président.*

M. Raulin, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée après quelques observations de M. Boubée.

Le Président proclame membre de la Société :

M. FRIZAC (François-Marie-Jacques), à Toulouse, présenté par MM. le colonel Dupuy et Leymerie.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la Justice, le *Journal des savants*, avril 1844.

De la part de M. Alcide d'Orbigny, la *Paléontologie française*, livraisons 19 et 20 des *Terrains jurassiques*, et 75—78 des *Terrains crétacés*.

De la part de M. Charles d'Orbigny, la 48ᵉ livraison du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Dictionnaire universel d'histoire naturelle, dont il dirige la publication.

De la part de M. Xavier Heuschling, son ouvrage intitulé : *Essai sur la statistique générale de la Belgique*, grand in-8°, 116 p. Bruxelles, 1844.

De la part de M. A. Boué, son ouvrage intitulé : *La Turquie d'Europe*, 4 vol. in-8° avec une carte de la Turquie d'Europe. Paris, 1840.

De la part de M. Victor Raulin, sa brochure intitulée : *Réponses aux objections faites par M. Pissis à la Notice sur la disposition des terrains tertiaires des plaines de l'Allier et de la Loire*, in-8°, 21 p. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*. 1844.)

De la part de M. Achille Delesse, son ouvrage ayant pour titre : *Description du traitement du cuivre par cémentation, pratiqué à l'usine de Stadtberg dans la Westphalie*, in-8°, 28 p., 1 carte. (Extrait du tome I des *Annales des mines*. 1842.)

De la part de M. Pierre Mérian, *Ueber die*, etc. (Sur la théorie des glaciers), in-8°, 52 p.

De la part de M. Léopold de Buch, son ouvrage intitulé : *Ueber granit und gneuss*, etc. (Du granite et du gneiss relativement à la forme extérieure sous laquelle ces formations se montrent à la surface de la terre), in-4°, 21 p., 2 pl. Berlin, 1844.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1er semestre 1844, nos 19 et 20.

Annales de la Société d'agriculture, de sciences, d'arts et de belles-lettres du département d'Indre-et-Loire, t. XXIII, année 1843, et n° 1 du t. XXIV, janvier—mars 1844.

Continuazione degli atti, etc., (Continuation des actes de l'Académie des géorgophiles de Florence), vol. XXI. Florence, 1843.

Neue Zeitschrift, etc. (Nouveau Bulletin du Ferdinandeum pour le Tyrol et le Vorarlberg), in-8°, 61 p., 1 carte. Inspruck, 1840.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Bericht über die verhandlungen, etc. (Compte-rendu des discussions de la Société des naturalistes de Bâle, depuis août 1840 jusqu'en juillet 1842). Bâle, 1843.

L'Écho du Monde savant, nos 36—39, année 1844.

L'Institut, nos 541 et 542.

The Athenæum, nos 863 et 864.

The Mining Journal, nos 455 et 456.

Enfin la Société reçoit, de la part de M. E. Robert, une planche représentant divers terrains dans la rade de Bell-Sund, dessinée par lui.

Le Président dépose sur le bureau la 1re partie du 1er vol. de la 2e série des *Mémoires de la Société géologique de France*.

M. Fitton place sous les yeux de la Société la carte de la partie méridionale de l'île de Wight qu'il a publiée en 1824 (Voir pl. VIII, p. 451), ainsi qu'une coupe détaillée, et sur une grande échelle, d'une portion de la côte de cette île, près d'Atherfield. Cette coupe sur laquelle il a inséré les résultats de ses dernières observations, a été faite d'après le beau dessin de sir John Herschel, déjà décrit par M. Fitton dans les *Transactions de la Société géologique de Londres*, où il a donné le détail des dépôts qu'elle représente (1). Invité à donner quelques détails sur les recherches récemment faites en Angleterre sur cette partie inférieure de la série crétacée, il fait verbalement la communication suivante :

Observations sur le lower greensand de l'île de Wight.

Ayant apporté dernièrement à Paris quelques uns des fossiles des sables verts inférieurs (*lower greensand*) de l'île de Wight, j'ai eu la satisfaction de voir l'examen de M. Alcide d'Orbigny confirmer ce que M. Forbes, de la Société géologique de Londres, avait déjà pensé, c'est-à-dire que plusieurs espèces de ces fossiles sont les mêmes que celles du terrain néocomien des géologues français, tandis que d'autres sont jusqu'à présent inconnues. Ce résultat, combiné avec les superpositions antérieurement observées dans l'île de Wight et sur la côte du Kent, me paraît démontrer

(1) *Transactions de la Société géologique de Londres*, 2e série, t. IV, p. 186 et suiv.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1° que les dépôts de la série sous-crétacée, désignés sur le continent sous le nom de *terrain néocomien*, représentent, et ne sont autre chose que le *lower greensand* des géologues anglais; 2° que ce même terrain, de formation marine, n'est pas, ainsi que quelques géologues avaient été portés à le croire, un dépôt synchronique de la formation d'eau douce ou *formation wealdienne*, dont les couches sont inférieures au *lower greensand*, et par conséquent plus anciennes.

La séparation des sables verts inférieurs (*lower greensand*) des autres couches sous-crétacées, que j'ai déjà proposée en 1824, est fondée sur la distinction parfaite et évidente qui existe 1° entre ce groupe et la masse des dépôts *wealdiens*, placée immédiatement au-dessous; et 2° entre ce même groupe et le gault, qui lui est immédiatement supérieur. Cette distinction, tirée de la superposition des couches, est confirmée par la différence marquée qui se trouve entre les fossiles des trois dépôts ci-dessus mentionnés. Le terrain *wealdien*, comme on le sait, ne contient que des fossiles d'eau douce, tandis que ceux du gault composent un groupe très remarquable de fossiles marins parfaitement distincts de ceux du *lower greensand*.

En comparant les fossiles que ce dernier terrain renferme, avec ceux des dépôts qu'on a récemment nommés *néocomiens*, on remarque d'abord que, parmi les espèces du *lower greensand*, il y en a plusieurs regardées jusqu'à ce moment comme caractéristiques du terrain néocomien; et ensuite que le *lower greensand*, en Angleterre, contient des fossiles en assez grand nombre, qui n'ont pas été encore trouvés sur le continent d'Europe.

Il est, en effet, naturel de penser que chaque localité contient des fossiles qui lui sont propres, et que, par conséquent, la liste des espèces qu'on peut considérer comme caractéristiques et communes à toutes les localités, n'est pas probablement aussi nombreuse qu'on pourrait le penser.

Après ces observations préliminaires, je passe à la description abrégée de la coupe de la falaise d'Atherfield, dont les couches, bien distinctes et séparées, se prêtent d'une manière parfaite aux observations géologiques. Dans mes précédentes visites à Atherfield, j'avais trouvé les parties inférieures de la falaise tellement couvertes d'éboulis, que la jonction entre le *weald-clay* et le *lower greensand* ne pouvait être aperçue; mais, en 1843, de violents orages avaient tellement balayé la côte, que la ligne de contact était parfaitement à découvert sur une étendue de plusieurs centaines de pas, et la série des couches, tant de la *formation*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

wealdienne que du *lower greensand*, se trouvait à nu, sans aucune trace d'éboulis.

La portion supérieure de la *formation wealdienne*, si distinctement visible, consiste en couches d'une argile schisteuse, d'un noir bleuâtre, renfermant des cyclades, de petites paludines, et un peu plus bas, des cypris en quantité énorme. La partie supérieure contient, de plus, des cérithes, fossile que l'on n'avait pas trouvé dans les couches précédemment explorées.

Le contact entre la *formation wealdienne* et les sables du *lower greensand* ne porte aucune trace de violence; il y a des lambeaux presque détachés d'argile bleuâtre, entourés, plutôt que mêlés, de sable gris blanchâtre, auquel succède du sable pur. Après, vient une espèce de boue (*mud*) ou de sable argileux, verdâtre, dans lequel on voit des portions de gravier quarzeux, mêlé de fragments nombreux d'os de poissons d'eau douce. Ce mélange a une épaisseur de 2 à 10 pouces; et, immédiatement au-dessus, se trouve la masse du dépôt marin, contenant, jusque dans les couches les plus profondes, des fossiles marins bien prononcés; de manière qu'il est possible de détacher des blocs de 1 à 2 pieds de hauteur, contenant les fossiles d'eau douce de la *formation wealdienne* en bas, et, dans la partie supérieure, les coquilles marines du *lower greensand*, la ligne de contact étant nettement prononcée au milieu (*Pl. IX*, *fig.* 5 [1 et 2]).

La base du *lower greensand* consiste en une couche qu'on peut subdiviser en deux, mais qui n'a pas en tout plus de 5 pieds d'épaisseur. La partie inférieure est composée de marne (mud) bleu-verdâtre, ou grise, dure, mais se délayant facilement par l'action des vagues, de sorte qu'au contact des eaux, la portion supérieure, plus solide, est conservée seule; dans les falaises, cette épaisseur totale de 5 pieds se retrouve partout. Il serait convenable de séparer, au moins pour le moment, cette couche des autres parties de la coupe, parce qu'il est possible qu'elle soit l'équivalent d'un dépôt plus considérable en d'autres endroits. En attendant, il est bien certain qu'elle forme ici la base du *lower greensand*, et qu'elle est en contact immédiat avec le terrain *wealdien*.

Les fossiles des deux parties de cette couche sont très remarquables par leur nombre et leurs formes. Aux espèces depuis longtemps déjà connues, il faut ajouter spécialement la *Perna Mulleti*, en nombre considérable, avec des caractères bien prononcés, qui probablement ajouteront beaucoup aux caractères distinctifs de cette espèce singulière. Les échantillons n'ont pu en

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

être recueillis que par un assez long travail, à marée basse, sur de gros amas détachés laborieusement du pied de la falaise, ce qui explique comment ce fossile n'a pas été signalé plus tôt.

Parmi les principaux fossiles trouvés dans les deux parties de cette couche, de même que dans le terrain néocomien, sont les suivants (1), sans compter des espèces nouvelles non encore décrites.

Il est essentiel d'observer que plusieurs de ces espèces se retrouvent en d'autres parties de la série des couches supérieures.

Spatangus retusus;
Mya plicata (*Pholadomya Prevosti* Desh.);
Lucina imbricataria Leymerie;
Corbis (*Sphæra*) *corrugata* d'Orb.;
Astarte obovata (*Beaumonti* Leym.);
Cardium Cornuellianum d'Orb.;
Arca Securis (2);
— (*Cucullea*) *Raulini*;
— *Exaltata* Nils, *Cucullea Gabrielis* Leym.;
— (*Cucullea*) *glabra* d'Orb.;
Trigonia dædalea;
— *aliformis*;
— *caudata* Agass. (*scabra* des aut. angl.);
— *harpa*;
— *spinosa* d'Orb. (*T. ornata*, Sow);
Gervillia anceps, Desh.;
Modiola æqualis;
Pinna Robinaldina d'Orb.;
Mytilus lanceolatus;
Perna Mulleti, Desh.;
Pecten obliquus Sow. (*P. interstriatus* Leym.);
— *orbicularis*;
— *quinquecostatus*;
Hinnites Leymerii, Desh.;
Plicatula pectinoides;
Gryphæa (*Exogyra* Leym.), *sinuata*;
Ostrea Leymerii, Desh.;
— *carinata*;
Terebratula sella;
Nautilus radiatus, (*N. pseudo-elegans*, d'Orb.);
Ammonites.

Vient ensuite une couche (*Pl. IX fig.* 5 [3]) de 10 à 12 mètres d'épaisseur, d'une argile qui présente plusieurs des caractères d'une terre à foulon (*fullers earth*), et qui contient un nombre considérable d'*Ammonites*, des valves détachées de *Gryphæa sinuata*, des *Pinna Robinaldina*, des *Mytilus*, des *Ostrea Leymerii*, des *Brissus* (*Micraster*), et dans la partie supérieure, près du sable qui lui succède en s'élevant, des *Astacus* en très grand nombre,

(1) Cette liste est extraite d'un rapport ou *Catalogue des fossiles des terrains sous-crétacés, du Muséum de la Soc. géol. de Londres*, fait par M. Edouard Forbes, et présenté à la séance du 31 janvier 1844.

(2) Cette espèce a été trouvée près de la base du *lower greensand*, à Peasemarsh, dans le Surrey, par M. Austen, et sur le chemin de fer de Maïdstone, dans le Kent, par M. Bensted.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'une espèce nouvelle, récemment décrite par le professeur Bell, de Londres, qui l'a nommée *A. vectianus*, du nom ancien de l'île de Wight (*Insula Vectis*).

Aux couches argileuses succèdent des sables (*Fig.* 5) quelquefois à peine consolidés, ou à l'état de grès tendre, dans lesquels se trouvent un grand nombre de fossiles cimentés par du sable ou de l'argile endurcie, et qui, jusqu'à présent, ne se sont présentés qu'en amas détachés Parmi ces espèces, il y a les suivantes :

Spatangus retusus;
Astarte illunata, Leym.;
— *numismalis*, d'Orb.;
Tellina angulata, Leym.;
Thetis minor, Sow.;
Cardium Cornuellianum, d'Orb.;
Nucula simplex, Desh.;
Modiola æqualis (*Archiaci*, Leym.);
Mytilus lanceolatus;
Pinna Robinaldina, d'Orb.;
Emarginula neocomiensis, d'Orb.;
Natica rotundata, Sow. (*N. Cornuelliana*, d'Orb.);
Pteroceras;
Tornatella affinis;
— *Albensis*;
Rostellaria Robinaldina, d'Orb.;
Ammonites Deshayesii, Leym.;
— *Cornuellianus*, d'Orb.

Au-dessus, on rencontre un groupe (*Fig.* 5 [4]) qui apparaît à l'endroit nommé par les pêcheurs (*les crackers*) (1), et qui consiste en des couches de sable et d'argile sablonneuse, d'une puissance de 6 à 7 mètres; dans ce sable on trouve deux rangées principales de grands rognons ou amas concrétionnés, un peu calcarifères, de 1 à 2 pieds d'épaisseur, dont plusieurs sont à peu près composés de fossiles, et spécialement de *Gervillia aviculoides* en grand nombre, avec *Trigonia dædalea*, *Ammonites Deshayesii*, etc. A l'exception de ces amas pierreux, on ne trouve rien ici qui représente le calcaire connu et exploité dans le comté de Kent, sous le nom de *kentish-rag*, et qui occupe à peu près une position correspondante dans la série sous-crétacée de ce pays.

La partie de la côte comprise entre les *Crackers* et *Black gang-Chine* (2) est de beaucoup moins riche en fossiles que la partie inférieure, et les espèces y sont moins variées. On y a depuis longtemps reconnu plusieurs groupes fossilifères, dont les principaux

(1) A cause du bruit remarquable que font les vagues en venant s'y briser (*crack*, craquement.)

(2) Le mot *Chine*, dans l'île de Wight, désigne des crevasses étroites et profondes, qui coupent les falaises de haut en bas, et qui doivent apparemment leur origine à l'action des eaux, accumulées dans l'intérieur, sur les sables et les argiles destructibles de la côte.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sont indiqués dans la coupe (*pl. X, fig.* 5) autant qu'il est possible de le faire à une échelle aussi petite. En partant des *Crackers*, après un intervalle de 500 pas, dont 140 à 150 de longueur à la base sont occupés par des argiles (dark mud), vient le groupe [8] dans la falaise d'*Atherfield high cliff*, où les *Gryphæa sinuata* sont remarquables par leur grandeur et leur belle conservation. A la base on trouve en grand nombre de belles *Terebratula sella* et des *Ostrea*. Le groupe [9] de marne argileuse (loose dark mud) contient en haut des *Gryphæa;* il s'abaisse à l'O. de *Ladder-Chine*, en traversant *Whale's-Chine* au milieu. Dans ce dernier, une couche qui se prolonge dans la mer contient de grands *Crioceras;* c'est de là que venait apparemment le *Crioceras Bowerbankii*, décrit par M. Sowerby en 1837 (2). La portion supérieure du *Ladder-Chine* est occupée par le groupe [11], de 4 mètres (12 pieds) d'épaisseur, composé de sable avec des concrétions ovoïdes aplaties, de 0^{m},6 de diamètre. Après avoir coupé *Walpen Chine*, il s'abaisse de manière à se trouver à 350 pas vers l'E., au pied du *Walpen high cliff*, où l'on a trouvé des *Gervillia aviculoides* et de grands *Crioceras*, dont une moule, de 9 pouces d'épaisseur, y existe encore. La falaise, à l'E. de *Walpen-Chine*, formée par un sable vert foncé chargé de fer, présente, d'une manière très frappante, les caractères de cette partie du *lower greensand*, tant de Shanklin que de Hythe. Le groupe [14], à *Gryphæa* et *Ostrea*, épais de 4 mètres, termine la série de groupes à *Exogyra* que nous avions à décrire. On a vu qu'il en existe ici au moins trois ou quatre, chacun composé de plusieurs lits de rognons ou d'amas pierreux fossilifères, alternant avec des argiles plus ou moins mêlées de sable.

Près de *Shanklin*, dans le S.-E. de l'île de Wight, on a trouvé, dans la partie supérieure des falaises, des amas pleins de moules de coquilles, qui semblent être le prolongement des groupes que nous venons de mentionner (*fig.* 5, [15, *etc.*,]); et il est remarquable que des rognons ou amas ferrugineux, contenant également des moules des mêmes espèces, se présentent, dans les portions analogues du *lower greensand*, au-dessus de Sandgate et à Saltwood, dans le Kent, et à Parham-Park, dans le Sussex. Dans toutes ces localités, comme à Shanklin, on a pu déterminer des moules de *Gervillia aviculoides*, *G. solenoides* (Shanklin), *Trigonia aliformis*, *Tellina inæqualis*, *Lucina imbricataria* (Parham),

(1) Voyez ci-après le *post-scriptum*.

(2) *Géol. Trans.*, 2e série, t. V, p. 409, et pl. XXXIV.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Thetis minor, *Corbis* (*Sphæra*) *corrugata* (Shanklin), *Venus*, *Natica*, *Turbo*, *Rostellaria*, *Nautilus radiatus* (*pseudo elegans*), à Saltwood.

La portion supérieure du *lower greensand* (*Pl. IX*, *fig.* 5, [22, *etc.*,]), au-dessus de la chute d'eau du *Black gang-Chine*, d'une puissance d'environ 60 mètres, a une composition différente des couches inférieures déjà mentionnées. On y trouve alternativement des bandes de 2 à 16 mètres d'épaisseur, de sable pur, blanc ou jaunâtre; mais on n'y a obtenu des fossiles qu'en fragments indéterminables. Cette série est précisément analogue à la portion supérieure de ce terrain, sur la côte du Kent et dans le comté de Surrey, où la subdivision supérieure du *lower greensand* se distingue également par sa composition, et où jusqu'à présent les fossiles ne se sont présentés que rarement. On n'a trouvé dans les couches supérieures que des portions d'*Astacus*, et une *Terebratula* sur la côte à l'est de Folkstone, des tiges de *Siphonia*, des fragments d'*Ostrea* ou *Gryphæa*, et l'*Avicula pectinata* (*Trans. géol.*, t. IV, *pl. XIV*, *fig.* 3), dans des concrétions spongiformes siliceuses, près de Risborough et de Sandgate dans le Kent.

On a récemment mesuré, comparativement, les groupes sous-crétacés de la côte du Kent et d'Atherfield. C'est à M. Simms, un des ingénieurs du chemin de fer de Douvres, que l'on est redevable de ce service (1); c'est le même savant, qui avait déjà fait connaître la portion inférieure de ce terrain à Hythe, en y faisant pratiquer un puits d'une profondeur de 23 mètres.

Les coupes d'Atherfield et de Hythe, ainsi mises en comparaison, diffèrent à plusieurs égards très notamment, quoiqu'on ne puisse pas douter de leur identité géologique (*Voyez pl. IX*, *fig.* 3 *et* 4.). D'abord on voit que le *sable vert supérieur*, qui, dans l'île de Wight, a $31^{m},59$ de puissance, n'a, sur la côte à l'est de Folkstone, que $4^{m},57$; dans l'intérieur, à trois lieues environ de la côte, on n'en trouve plus que de faibles traces. Pour le *gault*, son épaisseur est, près de Folkstone, de $38^{m},39$, et près d'Atherfield, de 44 mètres environ. Quant au *lower greensand*, on ne trouve, pour son épaisseur totale entre Folkstone et Hythe, que 123 mètres au plus, tandis que près d'Atherfield, sa puissance est au moins de 189 mètres.

La composition des groupes, dans ces deux localités, diffère aussi d'une manière remarquable. Près de Folkstone, on avait

(1) *Proceedings. of the geol. Soc.*, etc., 31 janv. 1844.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

reconnu dans le *lower greensand* trois groupes naturels assez distincts, auxquels il faut joindre les argiles inférieures, parfaitement analogues à la portion inférieure de la coupe d'Atherfield.

De ces quatre sous-divisions (*Voyez* pl. IX, fig. 3 et 4), la supérieure (*d*) est, à Folkstone comme à Black gang-chine, composée de sable blanchâtre, jaune ou ferrugineux, dans lequel les fossiles sont rares. Ici elle a $21^{m},33$ d'épaisseur, mais près d'Atherfield, elle atteint $69^{m},64$.

La seconde subdivision (*c*) consiste principalement en sable d'un vert foncé chargé de silicate de fer, avec des couches alternatives d'argiles retenant les eaux, de manière qu'à la surface, des étangs marécageux sont fréquents. Cette division, d'environ 48 mètres d'épaisseur, près de Hythe, renferme de nombreux fossiles : *Thetis*, *Trigonia*, *Gryphæa sinuata*, avec plusieurs de ses variétés : *Gervillia aviculoides*, *Terebratula*, *Nautilus*, etc.

Au-dessous de la subdivision (*c*) vient une série de couches de pierre calcaire (*b*) (kentish-rag) et de marnes calcaires (le hassock des ouvriers), de 38 à 40 mètres, renfermant plusieurs espèces de fossiles rapportées, en France, au calcaire à Spatangues néocomien : *Spatangus retusus*, *Brissus* (*Micraster*), *Pholadomya gigantea*, *Pholadomya neocomiensis* (Leym.), *Trigonia caudata* (Agassiz), *T. harpa*, *Exogyra lævigata* (Sow.) (*E. Couloni*), *Ammonites*, *Crioceras Bowerbankii*, *Scaphites Hillsii*, *Nautilus radiatus*, *N. plicatus*, etc. Dans la partie moyenne et correspondante de la coupe d'Atherfield, au contraire, on ne trouve point de calcaire, mais seulement une suite de sables ferrugineux verdâtres, alternant avec des argiles, et des lits à *Gryphæa sinuata*, etc. (*pl. IX*, *fig.* 5 [9 à 22]), d'une épaisseur totale de 461 pieds ; cette série étant plus épaisse que l'ensemble des sous-divisions (*c*) et (*b*) de Hythe, de (461 — 287 =) 174 pieds.

Les argiles inférieures (*a*) à Hythe ne sont pas, comme les subdivisions précédentes, différentes de celles d'Atherfield. Elles consistent en argiles qui, par leurs caractères, approchent de la terre à foulon, et en sable ; et parmi leurs fossiles on a trouvé des *Pholadomya*, *Lucina imbricataria*, *Arca Raulini*, *Nucula*, *Mytilus*, *Pinna Robinaldina*, *Perna Mulleti*, *Plicatula*, *Lima semisulcata*, *Pecten obliquus*, *P. quinquecostatus*, *Terebratula*, *Natica*, *Ammonites Deshayesii*, *Nautilus radiatus*.

L'ensemble des épaisseurs, dans les deux coupes que nous venons de comparer d'après les mesures approximatives de M. Simms, est ainsi qu'il suit en mètres et en pieds anglais :

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TERRAINS.	ÉPAISSEURS A HYTHE.		ÉPAISSEURS A ATHERFIELD.	
Gault		38m,39—126p.		44m,49—146p.
Lower greensand	*d.* 21m,53— 70p. *c.* 48 15—158 *b.* 39 51—129 *a.* 15 10— 49, 6	125m 89—406,6	*d.* 69m,49—228p. *c.* 140 50—461 *b.* 19 48— 65,11	229,48—752, 11
	Total	162m,28—532p.6	Total	273m.97—898p,11

Ce qui donne pour résultat général :

LOCALITÉS	GAULT.	LOWER GREENSAND.
Hythe	38m,39—126p.	125m,89—406p. 6
Atherfield	44m,49—146	229m,48—752,11
Différences	6m,10— 20p.	105m,59—346p. 5

On voit donc que ces deux parties d'un même terrain offrent des différences très marquées, bien qu'elles ne soient séparées que de 15 myriamètres (95 milles anglais) au plus. M. de la Bèche avait déjà signalé des différences notables dans des parties de la série sous-crétacée du Dorsetshire et du Devonshire. S'il existe une telle variation entre des coupes de parties du sol géologiquement identiques, à des distances qui n'excèdent pas 16 myriamètres (100 milles), quelles différences ne doit-on pas s'attendre à rencontrer à des distances plus considérables ; dans le département de l'Aube, par exemple, éloigné de l'Angleterre de 45 myriamètres (280 milles); à Neufchâtel (Suisse), distant de 70 myriamètres (440 milles); dans le Hanovre, éloigné de 72 myriamètres (450 milles); enfin dans la Crimée, si bien décrite par MM. Dubois et de Verneuil, et située à une distance de 270 myriamètres (1,650 milles)? Car on a trouvé, dans toutes ces localités des groupes sous-crétacés, des différences plus ou moins considérables, qui n'ont pas empêché de les regarder tous comme les équivalents du même terrain.

Ce n'est pas ici le lieu de discuter les relations géologiques qui existent entre tous les dépôts éloignés que nous venons de mentionner. Il suffira de dire que c'est au mémoire modeste de M. de Montmollin que nous devons la première description d'une portion remarquable des terrains sous-crétacés, qu'on trouve dans les environs de Neufchâtel, qui semble être généralement répandue dans la chaîne du Jura, et que M. de Montmollin

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lui-même avait rapportée (1) tout simplement au *greensand*. M. Thurmann a été le premier, je crois, qui lui ait donné le nom de *néocomien*, nom que ce savant proposait, sans chercher à établir ses rapports avec les terrains analogues d'autres pays, dont, en effet, il ne parle pas.

C'est au mémoire de M. Leymerie, sur le terrain crétacé de l'Aube, accompagné de planches de fossiles d'une beauté remarquable, que les géologues anglais doivent de pouvoir étudier les rapports de ce terrain avec les leurs. L'heureuse découverte, par M. Austen, dans le Surrey, de quelques unes des espèces les plus remarquables de M. Leymerie, a suscité en Angleterre sur cette portion de la série sous-crétacée de nouvelles recherches, dont je viens de citer les résultats (2). On a pu voir, dans le beau mémoire de M. Leymerie, que, tout en reconnaissant comme un fait établi l'identité des couches de l'Aube avec celles de Neufchâtel, l'auteur a très bien indiqué les grandes différences extérieures ou le *facies*, selon son expression, qui distinguent les parties de ce terrain en Suisse et en France. Je crois que, d'après la liste des fossiles et les descriptions que je viens de donner dans ce court exposé, l'on peut être assuré de l'identité des dépôts représentés dans la coupe de la côte de l'île de Wight, etc., avec ceux décrits par M. Leymerie, quoique pour les détails et les subdivisions il y ait des différences qu'on ne pourrait pas débrouiller en peu de mots, et sans une connaissance plus exacte des localités.

Le terrain néocomien, de la Crimée, tel qu'il a été décrit par M. Dubois, de Montpéreux (3), doit certainement avoir attiré l'attention de tous les géologues, par la force et la vivacité du style, et la clarté des descriptions. Toutefois, on voit que l'auteur a pris pour type de son terrain néocomien la coupe, non pas de

(1) *Mémoires de la Soc. d'Hist Nat. de Neufchâtel*, t. I et II.

(2) Les dates des communications présentées à la Société géologique de Londres sur ce sujet, pendant les deux années dernières, sont :

1843 5 avril, M. Austen ;	1844 1er mai, M. Fitton ;
» 24 mai, le même ;	» 1er mai, le capitaine Ibbetson et M. Ed. Forbes ;
» 24 mai, M. Fitton ;	» 1er mai, lettre de M. Dubois de Montpéreux ;
» 7 juin, M. Simms ;	» 1er mai, lettre de M. Agassiz.
» 7 juin, M. Fitton ;	
1844 31 janvier, M. Simms ;	

(3) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, t. VIII. p. 389-390, et *Voyage au Caucase*, Paris, 1839, et atlas, Neufchâtel, 1842.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Neufchâtel, mais celle qu'il a si bien décrite dans la Crimée (1), éloignée de la Suisse de 270 myriamètres (1,650 milles) au moins. Ce n'est pas sans raison qu'il a agi ainsi, car cette dernière coupe présente, en effet, un système complet, tandis que dans les environs de Neufchâtel, on ne voit pas distinctement les relations des couches fossilifères principales, et les parties supérieures du terrain crétacé n'y existent pas non plus.

Au reste, il n'y aura, je pense, pour ceux qui connaissent bien les couches de l'Angleterre, que j'ai décrites, et qui se donneront la peine de les comparer attentivement avec les belles cartes et coupes de M. Dubois, aucun doute sur la ressemblance frappante qui existe entre les deux séries. Il y a, dans toutes les deux, la craie superposée à des couches schisteuses fossilifères (gault?), qui reposent sur des sables de plusieurs variétés, mêlés de grains de silicate de fer. La même prédominance de fossiles dans la partie inférieure se voit dans l'une et l'autre coupe; et quoiqu'il y ait dans ces deux endroits des fossiles d'espèces très différentes, il y en a plusieurs, et d'assez nombreux, qui sont les mêmes. L'*Exogyra Couloni*, mise en avant par M. Dubois comme fossile caractéristique, peut bien être la même que l'*Exogyra lævigata* (Sowerby), trouvée partout à la base du calcaire du Kent, (kentish-rag), dans les carrières des environs de Hythe et de Maïdstone, et dont les variations de caractères sont très remarquables.

Si l'on veut voir une preuve de la rapidité avec laquelle, dans un même terrain, peut se faire la transition d'un dépôt entièrement composé de sable, à des calcaires solides et fossilifères, on peut comparer les coupes des sables jaunes et fossilifères du Surrey, renfermant à peine des fossiles ou des pierres calcaires, avec les carrières des environs de Boughton, près de Maïdstone. On y voit des couches dures, persistantes, utiles pour l'architecture par leur solidité et leur résistance, alternant avec des tufs calcaires, d'une puissance de 10 à 17 mètres; parmi les fossiles encore peu étudiés, il y a plusieurs espèces regardées comme caractéristiques du terrain néocomien. Et tout cela à moins de 5 myriamètres (30 milles anglais), d'une partie très étendue, du même étage géologique, composé presque entièrement de sables et d'argiles.

C'est dans les terrains sous-crétacés de l'Allemagne qu'on

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France.* — *Voyez* aussi l'Extrait d'une lettre de M. Dubois, dans les *Proceedings de la Soc. géol. de Londres* du 1er mai 1844.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

trouve, d'après les descriptions de M. Rœmer (1), la plus grande ressemblance avec la coupe d'Atherfield. Dans la partie inférieure de ce terrain, en Allemagne, il n'est pas facile d'établir l'identité; le gault semble y manquer, et, d'après les descriptions publiées, il est difficile de trouver des caractères distinctifs entre l'*upper greensand* et une portion du *lower greensand;* mais, pour les subdivisions principales du *lower greensand*, nommées par M. Rœmer *Hils-conglomerate* et *Hils-thon* (2), on ne peut douter de leur identité avec les sables et les argiles de la coupe d'Atherfield, qui est sous les yeux de la Société. Pour les fossiles, outre plusieurs espèces particulières à chacun des deux pays si distants l'un de l'autre, il y en a de parfaitement semblables, et en nombre assez grand pour bien établir l'identité de terrains. Cet accord entre les dépôts sous-crétacés du nord de l'Allemagne et de l'Angleterre se confirme et devient plus remarquable, par ce fait, qu'au-dessous du *Hilsthon* de M. Rœmer, il se trouve la série des couches wealdiennes, complétement identiques avec celles de la formation wealdienne du Kent, du Surrey et du Sussex. On y voit d'abord les mêmes argiles (*walder-thon*), avec les mêmes espèces de cyclades, de paludines, de cypris, etc.; plus bas, ce sont les mêmes sables (de Hastings) (*hohlen-sandstein*), avec du charbon fossile; mais avec cette différence importante, que le charbon qui, en Angleterre, ne se trouve que rarement dans ce terrain, et en petite quantité, devient dans le Hanovre un véritable dépôt houiller, fournissant du combustible aux fabriques du pays. Enfin, au bas de la série wealdienne du Hanovre, viennent des traces du terrain purbeckien (*serpulitenkalk*), parfaitement analogues aussi aux couches de l'Angleterre. J'ai visité quelques unes des localités décrites par M. Rœmer, aidé de ses indications, et j'ai eu l'occasion de reconnaître l'exactitude des faits consignés dans l'ouvrage de ce savant, et qui établissent l'identification dont il s'agit.

Je crois donc que, d'après l'examen de la coupe et les observations que je viens de rappeler succinctement, il n'y a pas de doute sur l'identité du terrain, jusqu'à présent nommé néocomien, avec le *lower greensand* de l'Angleterre, non plus que sur la superposition

(1) *Die Versteinerungen, des Nord-deutschen Kreidegeberge*, Hanovre, 1840-42; et *Versteinerungen des Nord-deutschen Oolithen Geberges*, 1836-1839, p. 13-15, et pl. I, VI, IX, X.

(2) C'est-à-dire *conglomérat et argile de Hils*, en Hanovre, et aux environs.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

absolue de ce terrain sur la série wealdienne de ce dernier pays et du nord de l'Allemagne. Je dois ajouter, à l'appui de ce que j'avance, que M. Agassiz a plus d'une fois exprimé l'opinion que les poissons wealdiens ont beaucoup plus de rapport avec ceux de la période oolithique qu'avec ceux des terrains crétacés, et que M. Owen est arrivé à une conclusion semblable relativement aux reptiles fossiles du terrain wealdien.

Post-scriptum. — *Liste générale des fossiles du* lower greensand *qui se trouvent à la fois en Angleterre et en France, d'après l'examen de M. Édouard Forbes.*

Spatangus retusus ;
Mya plicata (*Pholadomya Prevosti*, Desh.);
Corbula punctum, Phillips ;
Sphæra corrugata, Sow (*Corbis cordiformis*, d'Orb.);
Astarte illunata, Leym. ;
— *obovata*, Sow. (*A. Beaumonti* Leym.);
— *numismalis*, d'Orb.;
Tellina angulata, Leym. ;
Thetis minor ? Sow. ;
Cardium subhillanum, Leym. (*C. striatulum*, Sow. (en partie);
— *Cornuellianum*, d'Orb. ;
— *peregrinorsum*, d'Orb.;
Nucula Simsii, Forbes, (*nov. spec.*), (*N. scarpa*, d'Orb., mss.);
— *simplex*, Desh.?
Arca Raulini, Leym.;
— *exaltata*, Nilson (*Cucullæa Gabrielis*, Leym.);
— *glabra* ;
— *Securis* ;
Trigonia dædalea (*T. rudis*, d'Orb.);
— *aliformis*, Sow. ;
— *caudata*, Agassiz (*T. scabra* des auteurs angl.) ;
— *parva*, Desh.;
— *spinosa*, Sow.? (*T. ornata*, d'Orb.);
Gervillia anceps ;
Gervillia linguloides, Forb., *nov. spec.*);
Modiola æqualis, Sow. (*M. Archiaci*, Leym.) :
Mytilus lanceolatus ;
Pinna sulcifera, Desh. (*P. tetragona*, Sow.) ;
Perna Mulleti, Desh. ;
Avicula Cotaldina, d'Orb. ;
Lima elongata, Mantell. ;
Pecten obliquus, Sow. (*P. interstriatus*, Leym.);
— *orbicularis* ;
— *quinquecostatus* ;
Hinnites Leymerii ;
Plicatula pectinoides, Sow. ;
Gryphæa sinuata (*G. aquilina*, Leym.);
— *lævigata* (*Exogyra Couloni*, Agas.);
— *harpa*, Gold. ;
— *conica* ;
Ostrea Leymerii ;
— *carinata* ;
Terebratula sella ;
— *elegans* ;
— *oblonga* ;
Emarginula neocomiensis, d'Orb. ;
Natica rotundata (*N. lævigata*, Desh., *N. Cornuelliana*, d'Orb.);
Tornatella affinis ;
— *Albensis* ;

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Fig. 1.

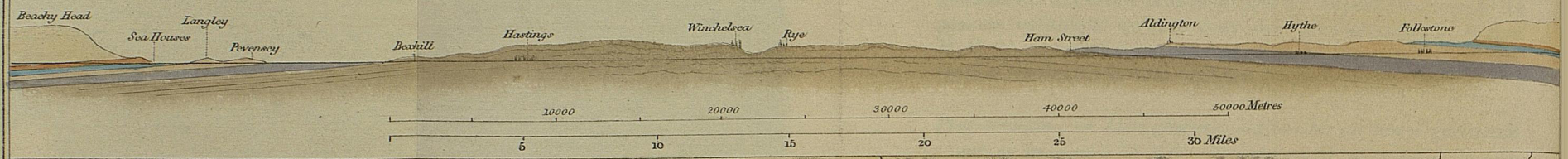


Fig. 2.

Fig. 3.

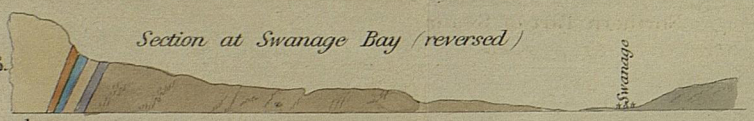


Fig. 5.

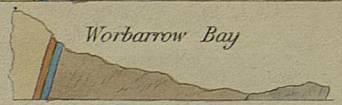


Fig. 6.

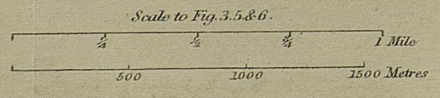
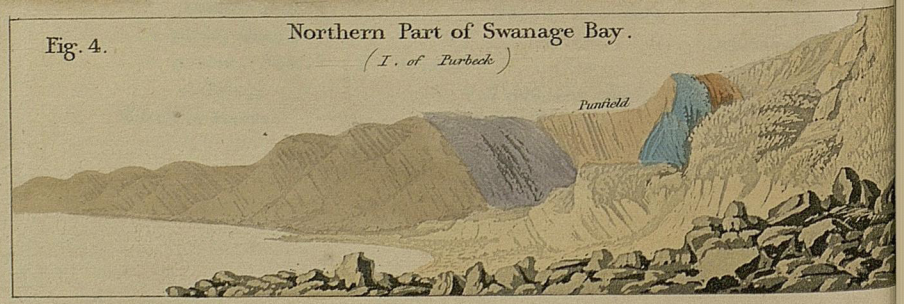


Fig. 4.



Engraved for the Annals of Philosophy, for Baldwin, Cradock, & Joy, Nov.r 1.st 1824.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Craie

Gault

Upper greensand

Lower greensand

Formation wealdienne

Subdivisions du Lower greensand dans le Kent.

d. *Sable blanc, etc.*

c. *Sable vert-foncé, etc.*

b. *Calcaire et marnes fossilifères (Kentish-rag et Hassock).*

a. *Argiles d'Atherfield.*

Fig. 1. Côte du Kent, près de Hythe et de Folkstone.

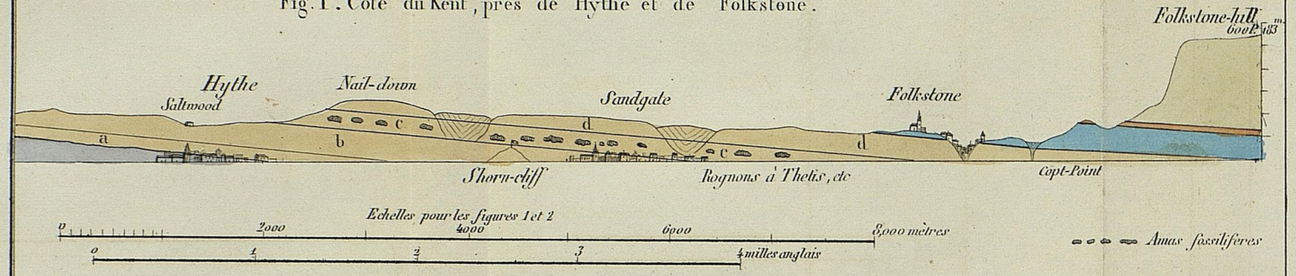
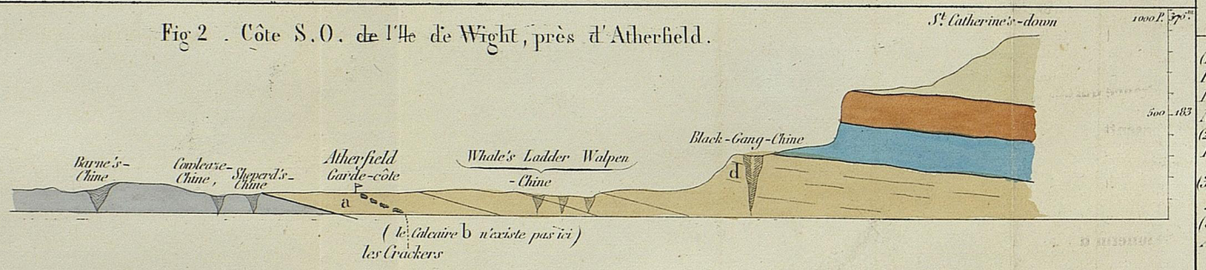


Fig 2. Côte S. O. de l'Ile de Wight, près d'Atherfield.



Coupes comparatives d'après les mesures de Mr. Simms.

à Hythe Fig. 3

		p. a.	mètres	
Craie				
Upper greensand		13	4.37	
Gault		126	38,39	Pollicipes, Mya mandibula, Nucula (plusieurs espèces), Inoceramus, Pecten, Ammonites (plus. esp) etc.
	d	70	21.33	Fossiles rares: Astacus, Gryphæa.
Lower greensand ép. 123 m 89 = 406 p. 6.	c	158	48,15	Rognons à Thetis, Trigonia, Gervillia, Ostrea, Gryphæa sinuata (plus. var.) Pastellaria, Nautilus radiatus, etc.
	b	129	39,31	(Kentish-rag et Hassock) Spatangus retusus, Mya plicata, Pholadomya ajpuntea, Trigonia harpa (1)
	a	49	15 10	Perna Malleti, Pinna subcostata, Pecten quinquec, Amm. Deshayesii
Form. wealdienne				Cyclas, Paludina, Cypris

(1) *Trigonia dædalea, T. candata, T. dysformis, T. spinosa, (ornata d'Orb.) Plicatula pectinoides, Exogyra Couloni, Terebratula sella, Pleurotomaria gigantea, Scaphites Hillsii, Ammonites, Nautilus radiatus, N. plicatus, N. inflatus.*

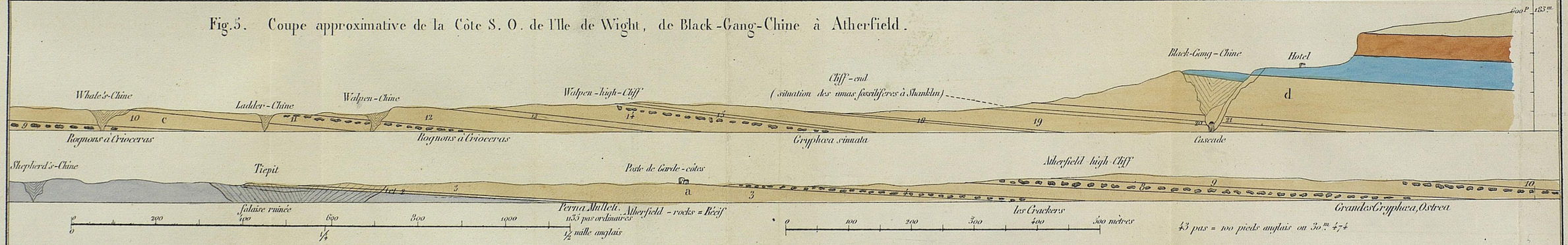
(2) *Gervillia Anguloides (Forbes), Emarginula neocomiensis, Natica rotundata, Pastellaria Parkinsoni, R. Robinaldina, Pterocera, Ammonites*

(3) *Dans l'Argile à Foulon: Pinna Robinaldina, Gryphæa sinuata. A la base: — — Mya mandibula, Pholadomya Prevosti, Astarte Beaumontii, Corbis (Sphæra) corrugata, Trigonia dædalea, T. harpa, T. candata T. spinosa, Arca Raulini, A. (Cucullæa) Gabrielis, Perna Malleti.*

à Atherfield Fig. 4

		p. a.	mètres	
Craie				
Upper greensand		104	31,69	
Gault		146	44,49	Fossiles assez nombreux, les mêmes qu'à Hythe; dans la partie inférieure.
	d	228	69,49	Fossiles rares, à peine déterminables.
Lower greensand ép. 229 m 48 = 753 p.	c	461	140,50	Thetis, Gervillia, etc. Rognons fossilifères Gryphæa sinuata (plus. var.). Terebratula sella, etc. Plusieurs lits à Grioceras (le Kentish-rag et le Hassock manquent). Ostrea Leymerii (les Crackers) Trigonia dædalea, Gervillia anguloides Ammonites Deshayesii, A. Cornuellanus (2)
	a	64	19,48	Fossiles très nombreux (3) A la base: Perna Malleti, Corbis corrugata
Form. wealdienne				Cyclas, Paludina, Cerithium, Cypris.

Fig. 5. Coupe approximative de la Côte S. O. de l'Ile de Wight, de Black-Gang-Chine à Atherfield.



Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Rostellaria Phillipsii, Rœm. (*R. Parkinsoni*, Sow.. *R. Robinaldina*, d'Orb.;
Cerithium neocomiense;
Nautilus radiatus, Sow. (*N. pseudo-elegans*, d'Orb.);
Nautilus plicatus, Sow.;
Ammonites Deshayesii;
— *Cornuellianus*;
— *Martinianus*.

Explication des planches VIII et IX (1).

Pl. VIII. Carte et coupes de parties de la côte d'Angleterre, dans le Kent, le Sussex, l'île de Wight et le Dorsetshire, montrant la succession des groupes sous-crétacés dans ces endroits.

Fig. 1. Elle montre la superposition des couches depuis Folkstone, dans le Kent, jusqu'à Beachy-Head en Sussex.

Fig. 2. Carte de la partie méridionale de l'île de Wight, qui offre les terrains inférieurs à la craie. La coupe qui est au-dessous montre la position et les relations générales des couches. Black gang-Chine et Shanklin sont remarquables par la parfaite exposition des couches qui s'y trouvent.

Fig. 3. 5 et 6. Coupes de parties séparées de la côte du Dorsetshire, à une échelle quatre fois plus grande que celle de la *fig.* 2; elles font voir la diminution progressive et rapide de l'épaisseur des groupes sous-crétacés, dans leur prolongement à l'O. de l'île de Wight.

Fig. 4. Vue en perspective de la série représentée *fig.* 3, du N. au S. dans la baie de Swanage.

Pl. IX, *fig.* 1 et 2. Elles donnent la composition et les épaisseurs relatives des coupes prises à Hythe et à Atherfield, et dont on voit les positions respectives dans la *pl. VIII* (*fig.* 1 et 2). La distance entre ces deux localités, en ligne droite, est de 13 myriamètres (120 milles anglais) à peu près.

Fig. 3 et 4. Elles présentent les épaisseurs des couches, et font voir la grande différence qui existe entre le *lower greensand* de ces deux localités, ainsi que l'existence à Hythe du calcaire; épais de 39^{m},31 (129 pieds), qui manque entièrement à Atherfield, quoique l'épaisseur totale du même terrain dans cette dernière localité excède de 65^{m},22 (214 pieds) son épaisseur à Hythe.

Fig. 5. Elle représente, sur une échelle beaucoup plus grande, la position de quelques unes des couches fossilifères entre Atherfield et Black gang-Chine; les n^{os} qui correspondent à une coupe

(1) La *pl. VIII* est due à la générosité de M. Fitton, qui a bien voulu se charger également des frais du coloriage.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

plus détaillée désignent les membres de la série mentionnée ci-dessus, p. 440, etc. Dans cette coupe, l'échelle des hauteurs est à peu près double de celle des longueurs.

M. Cotteau demande si certains fossiles, notamment l'*Ammonites Deshayesi*, qui se trouvent exclusivement dans le gault, dans l'Yonne et l'Aube, se retrouvent bien véritablement, en Angleterre, dans le terrain néocomien.

M. Fitton répond que dans l'île de Wight, les couches inférieures du greensand renferment à la fois les fossiles du terrain néocomien et ceux du gault.

M. Constant Prevost pense que la répartition des fossiles par étages, sans aucun mélange de ceux d'un étage avec ceux d'un autre, n'est basée que sur l'examen d'un petit nombre de localités; il croit qu'à mesure que les observations se multiplieront, on découvrira de nombreux mélanges de fossiles, analogues à celui indiqué par M. Fitton.

M. Deshayes dit qu'il a cru, avec M. Leymerie, que le terrain néocomien était l'équivalent des *wealds*. Maintenant que l'erreur est reconnue, et que le terrain néocomien se trouve n'être que le grès vert inférieur, il pense qu'il faut restituer à cet étage le nom de *grès vert* qu'il a porté primitivement.

M. Constant Prevost pense qu'on ne devrait pas donner aux différents dépôts qui constituent l'écorce du globe des noms tirés de la nature des roches qui les composent, puisqu'il est évident qu'au même instant il se fait des dépôts de nature et d'origine très diverses, ainsi qu'il a déjà eu l'occasion plusieurs fois de l'exposer à la Société.

M. Boubée dit qu'à la réunion de la Société à Porrentruy il a considéré les terrains wealdien et néocomien comme des dépôts synchroniques, les uns d'eau douce et les autres marins (*Bull.*, t. IX, p. 435).

M. Alc. d'Orbigny demande si en Angleterre la séparation est plus tranchée entre le gault et le terrain néocomien tout entier, qu'entre ce qu'il regarde comme les deux étages du terrain néocomien, contrairement à l'opinion de M. Leyme-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rie, qui veut réunir au gault le terrain aptien ou néocomien supérieur.

M. Fitton répond que tout le greensand inférieur, composé de sable pur, forme une série bien continue qui se sépare nettement du gault.

M. Constant Prevost profite de la présence de M. Fitton pour rappeler qu'en 1831, il a observé au Mont Pellegrino, près de Palerme, jusqu'à 200 mètres au-dessus du niveau de la mer, des calcaires compactes dont la surface offre à diverses hauteurs, et non en lignes continues, des cavités dans lesquelles il y a des *Helix aspersa*. Ces cavités sont cylindriques, quelquefois ramifiées, et au fond de chaque ramification il y a un Hélice; le fond présente même une petite cavité qui paraît correspondre à l'ombilic. Il ajoute qu'à la réunion de Boulogne (*Bull.*, t. X, p. 435), M. Buckland trouva des calcaires présentant de semblables cavités, qu'il attribua aux Hélices qui en occupaient le fond. Il demande si on sait maintenant à quoi s'en tenir sur ce point.

MM. de Collegno et d'Archiac rappellent que M. Cotta, de Naples, a publié un Mémoire dans lequel il établit que les Hélices ne rongent ni ne dissolvent le calcaire.

M. Deshayes dit qu'il a observé à la Calle, en Algérie, des trous de mollusques lithophages percés dans toutes les directions, et tellement dégradés par les galets, qu'ils sont méconnaissables, tandis que dans la mer même les formes sont parfaitement conservées. Les premiers contiennent des Hélices, et il ne pense pas qu'on puisse les attribuer le moins du monde aux Hélices, qui ne sécrètent pas de liquide acide. La grande hauteur à laquelle M. Constant Prevost a vu les cavités de Palerme lui paraît due à un exhaussement postérieur du sol.

M. Nérée Boubée lit la note suivante :

Quelques objections contre le métamorphisme, à l'occasion des marbres italiens.

En présentant à la Société un travail d'ensemble sur la géologie de l'Italie, notre savant confrère, M. de Collegno, outre plu-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sieurs observations qui constatent des études très consciencieuses, a cherché à établir qu'il ne se montre pas en Italie de terrain sédimentaire antérieur au terrain jurassique, et que les roches qui, sur quelques points, au voisinage des masses granitiques, se présentent avec des caractères qui pourraient les faire considérer comme plus anciennes, n'en sont pas moins de l'époque jurassique, et ne doivent qu'au *métamorphisme* les caractères qui semblent les en éloigner.

Or, il me semble que ces deux propositions se combattent l'une l'autre, et qu'il serait dès lors facile d'établir : 1° qu'il y a en Italie des terrains sédimentaires antérieurs au terrain jurassique ; 2° que les prétendues roches modifiées appartiennent réellement aux étages intermédiaires entre le granite et le groupe jurassique, et ne sont nullement affectées de métamorphisme.

Et, en effet, de la constitution même de l'Italie, de ce qu'elle est partout couverte de terrains crétacés et jurassiques, de ce que le granite ne s'y montre à nu presque nulle part, on peut conclure qu'elle est restée complétement submergée jusqu'à l'époque du soulèvement des Apennins, qui a fait sortir cette péninsule du sein des mers. Ce soulèvement contemporain de celui des Pyrénées, d'après la théorie de M. Élie de Beaumont, qui se confirme ici très bien, a eu lieu après la formation de la craie. Mais tandis que, dans les Pyrénées, le soulèvement a été tel, qu'il a disloqué tous les terrains, qu'il a élevé le sol à de grandes hauteurs, et que la masse soulevante, le granite, s'est fait jour sur toute la chaîne, déchirant partout et mettant à nu toute la série des terrains ; dans les Apennins, au contraire, la force soulevante a agi avec une telle modération, qu'il n'a pas été produit de hautes montagnes, que le granit s'est fait jour seulement sur un très petit nombre de points aux extrémités de la chaîne, et que les roches y ont subi si peu de dislocations, que les terrains jurassiques et crétacés, les derniers formés avant le soulèvement, se montrent à peu près seuls à la surface de ces montagnes. Or, les terrains antérieurs à ceux-là, le *grès bigarré*, le *calcaire de montagne*, la *grauwacke*, etc., doivent nécessairement bien exister aussi par-dessous ces terrains. S'il était vrai qu'ils ne se montrent nulle part au jour dans l'Italie, il en faudrait seulement conclure que les déchirures et les dénudations du sol n'ont pas été assez considérables sur cette chaîne pour arriver jusqu'à eux et les mettre à nu.

Mais lorsque, dans le petit nombre de points où apparaît la roche soulevante, on voit, entre le granite et les roches jurassiques incontestables, une série de couches et de roches offrant

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des caractères tout différents, pourquoi ne chercherait-on pas à retrouver dans ces couches, alors même qu'elles n'auraient qu'une faible puissance, et lorsque d'ailleurs elles se montrent dans leur position toute normale, pourquoi, dis-je, ne chercherait-on pas dans ces roches une partie au moins des terrains nécessairement compris entre le granite et le système jurassique? Est-il naturel, est-il raisonnable d'attribuer encore ces roches à ce dernier terrain, lorsqu'on ne peut trouver que dans la théorie du métamorphisme des raisons équivoques pour expliquer la différence complète qui se remarque entre elles et le terrain auquel on veut absolument les accoler?

Ou du moins il me semble que, pour défendre avec moins de désavantage ces prétendus exemples de métamorphisme, M. de Collegno, l'un des meilleurs prosélytes de ce système, devrait alors employer tout son zèle et son habileté à découvrir, sur divers points de l'Italie, tous les terrains compris entre le granite et l'étage du Jura, bien loin de s'efforcer à englober dans ce dernier terrain, même tout ce que d'autres géologues ont d'ailleurs regardé comme plus ancien.

Et pour moi, quoique je n'aie pas encore exploré l'Italie, et que les idées que je me suis faites de la géologie de cette riche contrée n'aient pour base que mes lectures et l'étude de quelques échantillons, surtout des marbres qui en proviennent, je ne puis admettre, avec M. de Collegno et les autres défenseurs du métamorphisme, que tous ces beaux marbres italiens, si justement célèbres, les *cipolins*, les *micalcires*, les *griottes*, les *vert-de-mer*, les *réticulés*, les *statuaires*, les *blanc-veinés*, les *blanc-fleuris*, les *bleu-turquins*, les *gris d'Italie*, et vingt autres marbres fins, à pâte saccharoïde et subsaccharoïde, soient compris dans les terrains du Jura et de la craie, et n'en soient que des calcaires compactes, modifiés par les influences plutoniques du métamorphisme.

Après avoir étudié, d'une manière toute spéciale, plus de trois cents marbres dans les Pyrénées, et me fondant sur les caractères particuliers qui distinguent, pour moi, les marbres de chaque terrain; surtout après avoir retrouvé dans les Pyrénées tous les types des marbres italiens, répartis dans les divers étages géognostiques de notre chaîne, je n'hésite pas à dire qu'il y a nécessairement erreur, et erreur profonde, à l'égard de ce classement des marbres de l'Italie.

Bien plus; cette erreur est si évidente, si palpable, qu'on peut la démontrer, *à priori*, par le simple raisonnement, et sans qu'il soit nécessaire d'être sur les lieux, ni de voir les échantillons. Et,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

en effet, il suffit de faire observer : 1° qu'on n'arrive à ce classement qu'en supprimant en Italie tous les groupes de la série géognostique, compris entre le terrain jurassique et le granite; 2° qu'on n'explique pas le moins du monde pourquoi les Apennins seraient privés de toute cette moitié des terrains de l'échelle géognostique ; 3° qu'il est, au contraire, rigoureusement nécessaire d'admettre que, n'ayant été émergée qu'après la formation de la craie, l'Italie doit offrir, comme les Pyrénées, l'entière série des terrains antérieurs à cette époque; 4° enfin, que pour soutenir l'opinion contraire, qui n'est, pour ainsi dire, basée sur rien, on se trouve forcé de faire, en quelque sorte, violence au langage des faits le plus éclatant. Ainsi les marbres que j'ai cités caractérisent de la manière la plus certaine, pour moi, et ont toujours caractérisé, pour tous les géologues, les groupes du *Gneiss*, des *Calciphyres*, des *Schistes* et *Grauwakes* et du *Calcaire de montagne*. Pourquoi prétendre que ces groupes manquent en Italie, lorsque voilà des roches caractéristiques de ces groupes, et qui suffisent pour les constituer ? Encore, si on nous montrait ces groupes dans d'autres roches incontestées, je concevrais que les métamorphistes cherchassent à leur disputer quelques roches calcaires, et, qu'entraînés par les besoins de leur cause, ils sacrifiassent des caractères minéralogiques évidents à des caractères paléontologiques *incomplets* et contestables, à des *débris d'espèce douteuse*, par la simple raison qu'on est toujours porté à croire ce qu'on désire.

On voit, dans un mémoire même de M. de Collegno (*Bulletin de la Société géologique*, 2me série, tome I, pages 180 et 181), qu'il s'agit de *traces* de coquilles, parmi lesquelles on prétend avoir reconnu une lutraire, qu'on *croit* être le *L. jurassi*, et que ce fait, incertain par lui-même, n'est relatif qu'à un *prolongement* lui-même hypothétique des roches contestées, et non à ces roches elles-mêmes.

Mais sacrifier à de si faibles indices, non seulement des caractères minéralogiques certains, mais des caractères géognostiques essentiels; leur sacrifier l'existence même de groupes entiers, bien plus un nombre considérable de groupes contigus, dont rien ne saurait justifier ou expliquer l'absence, c'est abuser par trop des libertés et des droits qu'on accorde au prosélytisme le plus noble, au fanatisme le plus ardent.

Pour moi, je proteste de tout mon pouvoir contre ce classement des plus beaux marbres italiens dans les terrains jurassiques et crayeux; car c'est là surtout le fait qui me préoccupe. Et si, pour réfuter une telle erreur, il ne suffit pas des considérations que je

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

viens d'exposer ; si, pour réintégrer ces marbres dans leur vraie position géognostique, il faut attaquer d'une manière générale la théorie même du métamorphisme, je ne craindrai pas d'aborder cette discussion, qui me semble, d'ailleurs, légère et facile à vider.

Et d'abord, en ce qui concerne le prétendu métamorphisme des marbres saccharoïdes, ne sait-on pas que, pour faire cristalliser le calcaire par voie ignée, il faut une chaleur rouge blanc, et de plus une *charge* ou pression excessive, qui, retenant l'acide carbonique, empêche la production de la chaux et détermine la fusion du calcaire et sa cristallisation ? Or, le seul fait de fissures et fendillements, qui affectent les calcaires disloqués par les soulèvements et même la position inclinée des couches, rendent presque toujours cette charge impossible. En second lieu, les lois de la propagation de la chaleur, savamment discutées par Fourier, Laplace, Duhamel et les autres grands géomètres, démontrent, de la manière la plus positive, que la présence d'une grande masse incandescente, et bien moins encore l'action de quelques filons de matière plutonique, si puissants qu'on veuille les supposer, ne sauraient élever à la température rouge, aucune matière rocheuse, seulement jusqu'à 2 mètres d'épaisseur. Dans les métaux eux-mêmes qui conduisent le mieux la chaleur, on ne voit la température rouge se propager qu'à de faibles distances du foyer. Personne n'ignore que dans les coulées de lave, dans le cratère des volcans, la matière promptement refroidie et solidifiée à l'extérieur admet bientôt des végétaux vivants à sa surface, pendant qu'à une petite profondeur la lave reste encore plusieurs années incandescente et fluide.

Après de tels faits, si précis, si incontestables, peut-on admettre qu'il ait pu jamais arriver, comme le supposent les métamorphistes, que des roches sédimentaires, de 50, 100 et 500 mètres de puissance, aient pu être portées à la température rouge-blanc par le contact de la masse soulevante, et en second lieu que tout ait concouru à produire la charge, non moins indispensable que le degré de chaleur, pour faire cristalliser de telles masses calcaires ? Ne voit-on pas que toute la chaleur communiquée par la matière soulevante ou par les filons plutoniques était incapable de faire passer seulement à l'état de chaux la partie la plus inférieure de ces calcaires, bien loin d'avoir pu les fondre en masse et les faire cristalliser ?

Or, dans la théorie du métamorphisme, la conversion des calcaires compactes en calcaires saccharoïdes se présente comme le fait le plus simple, le plus spécieux, le plus facile à concevoir et à

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

expliquer. Que faut-il donc penser de la prétendue transformation des schistes argileux, des grès et des grauwakes en phyllades, en micaschistes, en talschistes, en gneiss, et de la production, sous l'influence de la chaleur, des nombreuses matières minérales cristallisées que renferment ces roches? De tels phénomènes eussent certainement exigé une température encore plus élevée, encore plus impossible, et un ensemble de conditions physiques et chimiques dont il serait tout aussi difficile d'établir l'enchaînement.

Une semblable théorie est donc insoutenable, et on ne peut voir dans l'idée du métamorphisme des terrains qu'une de ces grandes et brillantes pensées que développe avec bonheur un esprit élevé, enthousiaste de la science, impatient d'en reculer les bornes, et qui, dans son amour pour le progrès, n'a pu soumettre aux lenteurs de l'analyse ou aux froides épreuves du calcul, une inspiration qui semble marquée au coin du génie.

Et en effet, dans la théorie du métamorphisme, telle qu'elle a été jetée et acceptée dans la science, c'est-à-dire sans preuve et sans examen, il y a en réalité, quelque chose d'une inspiration de génie; car, dans le fait, ce métamorphisme existe très positivement dans divers cas; seulement, il a le plus souvent pour principe une tout autre cause que celle qui lui est assignée. Cette cause est tantôt celle des lentes actions électriques, tantôt celle des actions chimiques moléculaires.

On sait le travail incessant de la matière jusque dans les corps les plus inertes; on sait que, perpétuellement soumise à des courants de chaleur ou d'électricité, elle subit sans cesse des mouvements et des oscillations moléculaires qui tendent à un équilibre qui se fait et se défait à chaque instant; de là les actions chimiques les plus intimes, les plus obscures.

Eh bien, sous l'influence de ces mouvements moléculaires, développés outre mesure par un exhaussement de température peu considérable, et que les moindres circonstances auront occasionnés, le calcaire compacte aura pu prendre en effet une texture cristalline, et diverses matières minérales, dont les éléments étaient jusque là amorphes et désunis, auront pu se former en cristaux parfaits. Mais que l'on y prenne garde! dans ces cas les formes générales ne sont pas changées; la texture seule est modifiée, et on retrouve dans la roche ainsi transformée tous les accidents qui existaient déjà. Les fossiles, par exemple, y sont très reconnaissables; la matière qui les constitue aura pu être modifiée dans sa texture; elle aura pu devenir cristalline aussi; mais on n'en distinguera pas moins la présence du fossile, ou tout au moins la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

place qu'il occupait. Tels sont le *coral-rag* de la Meurthe, la *craie saccharoïde* et coquillière d'Irlande, etc. Dans ces roches évidemment sédimentaires, qui ont dû se former à l'état compacte, et qui nous montrent une structure cristalline que partagent le test ou le moule des nombreuses coquilles dont elles sont pétries, il y a eu métamorphisme, mais sans fusion, laquelle eût effacé toute trace de corps organisé, sans phénomène violent, sans l'intervention d'une haute température, d'ailleurs impossible, et aussi sans disparition des fossiles et des autres accidents caractéristiques de la roche et du terrain.

Si rien de semblable ne se retrouve dans les calcaires saccharoïdes purs, surtout dans les calcaires saccharoïdes pénétrés et pétris de cristaux d'amphibole, de couzeranite, de pyroxène, de mica, de talc, de graphite, etc., c'est que les actions moléculaires dont je viens de parler sont tout-à fait étrangères à la formation de ces roches, dont on ne pourrait expliquer en effet l'état actuel que par une fusion et une cristallisation ignée, s'il était démontré qu'elles fussent d'origine sédimentaire et compacte. Or, d'une part, rien ne prouve que tel ait dû être l'état primitif de ces roches, et tout démontre au contraire que le métamorphisme par incandescence qu'on leur attribue, est une hypothèse gratuite; bien plus encore, que c'est un phénomène impossible sur une grande échelle.

Quant aux phyllades, aux talschistes, aux micaschistes, etc., où le métamorphisme par incandescence présente des impossibilités encore plus nombreuses, et dont on n'expliquerait pas non plus les caractères minéralogiques par les actions moléculaires, chimiques ou électriques, il faudra renoncer de bonne grâce à les considérer comme ayant pu être, en aucun cas, des grès, des grauwakes ou de simples roches argileuses. Une telle hypothèse admet indispensablement la fusion du quarz et de divers silicates tout aussi infusibles; elle heurte donc par trop les lois les plus certaines de la physique et du calcul.

Et toutefois, je ne conteste pas que des circonstances de haute température, de haute pression, et de puissantes actions chimiques ou électriques, n'aient concouru à la formation de ces roches, et n'aient contribué à leur faire revêtir ces caractères minéralogiques, si remarquables, si difficilement explicables, qui les distinguent..... Mais si c'est au moment même de la formation de ces roches que ces causes agissaient sur elles; si c'est sous cet ensemble de conditions générales ou particulières qu'elles se produisaient, on voit qu'elles n'ont subi aucun métamorphisme, et on

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

doit considérer ces conditions particulières comme caractéristiques de l'époque de leur formation. Et telle est, en effet, la saine doctrine des géologues qui expliquent la différence tranchée des caractères minéralogiques que revêtent les mêmes roches dans les divers terrains, par la différence des conditions générales de température, de pression, etc., qui régnaient à chaque époque, ainsi que je l'ai nettement montré dans mon *Tableau de l'état du Globe à ses différents âges*.

On le voit, j'admets que les ardoises, les schistes endurcis, les phyllades, les micaschistes, etc., doivent à des conditions de température et de pression leur texture serrée, leur état plus ou moins cristallin; mais je montre que ces conditions ont agi au moment même de la formation de ces roches; qu'après leur formation, aucune circonstance ultérieure n'a pu développer ces mêmes conditions de chaleur et de pression à un degré plus élevé qu'à l'époque de leur formation; et que dès lors elles n'ont subi aucun métamorphisme.

Enfin, je me plais à dire que, malgré tout, le *métamorphisme par incandescence*, loin d'être un rêve impossible, se retrouve fréquemment dans les roches, mais seulement au contact des matières plutoniques, qui, vomies à l'état de lave, ont violemment agi sur les parois des crevasses entre lesquelles s'élançaient ou s'épanchaient ces matières en feu. C'est ainsi que, dans un four à chaux, dans un haut-fourneau, dans une verrerie, on voit les parois du foyer subir l'inévitable action d'un feu violent et soutenu, et présenter alors de semblables métamorphismes; mais jamais ce métamorphisme ne s'étend à plus de 1 mètre de profondeur. De même au contact des roches plutoniques, lorsque ces roches accusent des traces manifestes de fusion, on ne les voit s'étendre qu'à une petite profondeur; on voit que l'incandescence par contact n'a pu se propager au-delà de 1 mètre d'épaisseur; et dès lors on doit conclure que s'il se montre quelque altération plus profonde, elle est due non à la chaleur, mais plutôt à des courants électriques, à des infiltrations chimiques, causes lentes et soutenues dont j'ai indiqué les effets, en en distinguant les résultats.

J'ajoute encore que dans bien des circonstances les roches salines, telles que les calcaires, les gypses, etc., ont pu se déposer avec une structure cristalline, même à des époques très récentes, et sans qu'elles aient dû éprouver aucune espèce de métamorphisme. On connaît dans les terrains parisiens, à la partie supérieure du calcaire grossier, une couche de calcaire complétement saccharoïde : on la voit très bien à Passy, à Neuilly, etc.; il en

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

est de même du gypse de Montmartre ; on pourrait citer aussi le grès lustré de Montmorency, et rappeler que dans tous les étages géologiques on trouve de même des roches cristallines, produites par une dissolution sédimentaire, pour lesquelles il était également inutile d'invoquer la théorie du métamorphisme.

On le voit, la théorie du *métamorphisme par incandescence* est loin d'être susceptible de toute l'extension qu'ont voulu lui donner tout récemment quelques géologues, et il importe aux véritables progrès de la science d'arrêter, lorsqu'il en est temps encore, cette tendance à cet égard. On peut au contraire donner au *métamorphisme moléculaire, électrique ou chimique* plus d'importance ; on peut lui faire jouer un plus grand rôle qu'on ne l'a fait jusqu'ici, en reconnaissant toutefois que parmi les roches qu'on est porté à regarder comme métamorphiques, une grande partie doivent aux conditions mêmes dans lesquelles elles ont été produites les caractères qui les distinguent, et qu'une autre partie doivent leur état cristallin à leur mode de formation ; qu'on ne peut donc considérer ni les unes ni les autres comme métamorphiques, et qu'ainsi il ne reste qu'un petit nombre de roches dans lesquelles on puisse reconnaître le *métamorphisme moléculaire, électrique ou chimique*, et seulement quelques accidents de contact où se montre le *métamorphisme par incandescence*.

Les quelques détails dans lesquels je viens d'entrer suffiront, je l'espère, pour expliquer et justifier cette distinction et ces dénominations que je propose, et pour répandre parmi les géologues des idées plus nettes et plus précises sur cette question si envahissante du métamorphisme. J'aurais pu saisir cette occasion pour la discuter et la combattre d'une manière plus approfondie ; mais loin d'être animé d'un esprit d'opposition systématique contre cette théorie si ingénieuse, je suis au contraire prêt à admettre et à soutenir tout ce qui me sera démontré par des faits certains ou par des considérations irréfragables.

M. Raulin fait observer que l'absence de terrains inférieurs aux terrains jurassiques, si elle était bien certaine, porterait simplement à supposer que jusqu'à cette époque l'Italie était émergée, et qu'il s'y serait passé quelque chose d'analogue à ce qui a eu lieu en France, où, pendant le dépôt de l'oolite inférieure, la mer recouvrait des parties situées entre le plateau central et la Vendée, qui avaient toujours été sol découvert jusque là.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. de Collegno dit qu'il ne sait pas si l'Italie a toujours été immergée avant le dépôt du terrain jurassique ; mais ce qu'il y a de certain, c'est qu'entre le granite et le terrain jurassique il n'y a aucun dépôt, et qu'à l'exception du Tyrol, les fossiles les plus anciens de l'Italie sont jurassiques.

Il ajoute que le terrain ancien de l'Ardenne est aussi évidemment émergé depuis l'époque de sa formation, puisqu'il ne présente à sa surface aucun autre terrain.

M. d'Omalius d'Halloy dit qu'on ne peut rien tirer contre le métamorphisme de l'absence, en Italie, de terrains sédimentaires antérieurs aux terrains jurassiques, puisque les animaux ne vivent pas à de très grandes profondeurs dans la mer, et que, par conséquent, l'Italie pouvait être, antérieurement à la période jurassique, au fond de mers tellement profondes, qu'il ne pouvait s'y former de dépôts fossilifères. L'absence de fossiles n'empêcherait donc pas de reconnaître l'existence de terrains très anciens.

M. de Collegno répond que les terrains cristallins, le gneiss du lac de Como, ne sont pas séparés des terrains à fossiles jurassiques par une épaisseur de plus de 50 mètres; que cette épaisseur est même principalement composée de poudingues, comme le commencement de toutes les formations; qu'il n'y a donc guère lieu de supposer là l'existence de terrains anciens dont l'absence de fossiles empêcherait seule de déterminer l'âge.

M. de Verneuil dit que d'après les fossiles de la Sardaigne qu'il a examinés, et parmi lesquels il a reconnu des *Productus*, il ne doute pas qu'il ne s'y trouve le terrain silurien.

M. Deshayes dit que la considération des caractères minéralogiques employée par M. Boubée pour apprécier l'âge des marbres est erronée ; que, pour sa part, il a vu en Algérie des marbres tertiaires très cristallins.

M. Virlet dit que non seulement il croit que les marbres de Carrare et les marbres bleus turquins sont d'époque jurassique, mais encore qu'il a observé et reconnu, en Morée, que les plus beaux marbres bleus turquins appartiennent à la craie, ainsi que des marbres blancs et différemment nuancés.

M. de Collegno cite le calcaire saccharoïde dont est

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

bâtie la cathédrale de Milan, lequel, bien qu'intercalé dans les gneiss, passe latéralement au calcaire compacte du lias, et renferme des coquilles qui ont une grande analogie avec le *Lutraria Jurassi*. Il rappelle en outre que la craie d'Irlande est transformée en calcaire grenu au contact des basaltes.

M. Boubée ne pense pas que des calcaires de sédiment puissent être transformés sur de grandes étendues, par des actions métamorphiques, en calcaires saccharoïdes; il admet cependant des modifications sur de petites épaisseurs au contact des roches ignées, quoiqu'on n'ait cité rien de semblable ni en Auvergne, ni dans l'Eifel.

M. Rivière ne croit pas que de véritable gneiss soit associé au terrain jurassique; toutefois il admet, avec MM. Rose et Mitscherlisch, la conversion des calcaires de sédiment en calcaires cristallins par l'effet d'une température égale à celle de l'eau bouillante.

M. Constant Prevost ajoute que cette transformation a lieu à la température ordinaire, ainsi qu'on en a des exemples dans les polypiers du coral-rag et de terrains plus récents, qui ont une texture entièrement grenue.

M. Boubée admet ce genre de transformation qu'il appelle *métamorphisme moléculaire;* mais il fait observer qu'alors le calcaire conserve la trace des fossiles, comme la craie saccharoïde d'Irlande qui en est toute pétrie, tandis que les divers marbres saccharoïdes qu'il a cités dans sa note et qu'on rencontre fréquemment dans le commerce et dans les monuments, n'en offrent aucune trace.

Il est donné lecture du travail suivant, de M. de Longuemar.

Mémoire sur les accidents siliceux des roches comprises dans les diverses formations qui séparent le massif granitique du Morvan, des couches tertiaires et des amas diluviens, sur les bords de l'Yonne.

L'auteur commence par rappeler la disposition relative et les caractères généraux des terrains compris dans la partie S. du département de l'Yonne, entre Avallon, Auxerre et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Saint-Julien-du-Sault. Ce sont, à partir des plus récents, 1° des amas alluviens et diluviens déposés au fond des vallées, sur leurs pentes et même à la surface des plateaux; 2° des couches tertiaires peu développées, recouvrant quelques uns des plateaux crayeux, et composées en général d'argile jaune, de sables jaunâtres en lits irréguliers, de sable quarzeux, blanc, fin, plus ou moins épais, enveloppant des grès qui passent quelquefois à un poudingue; enfin, vers le bas, ce sont des argiles très tenaces, variant du jaune au blanc ou au rouge brun, et renfermant des silex; 3° la formation crétacée très développée mais très variable dans ses caractères. Elle présente de haut en bas la craie blanche, la craie tufau et la glauconie; des sables ferrugineux avec gîtes d'ocre et argile bleue, une seconde assise très puissante de sable plus ou moins ferrugineux, rouge ou jaune passant au gris, et avec des argiles panachées subordonnées; puis, à la base de la formation, des marnes argileuses gris-verdâtre avec lumachelle, puis des argiles rouge-foncé avec calcaire très coquillier, représentant le groupe néocomien; 4° la formation oolitique, qui, sur les bords de l'Yonne, comprend un grand nombre de subdivisions alternativement calcaires et marneuses, se courbant autour du massif granitique du Morvan, en s'appuyant sur les couches du lias des environs d'Avallon, de Semur, etc.; 5° des marnes et des argiles gris-verdâtre ou rouge avec lumachelle.; 6° les arkoses qui enveloppent, pour ainsi dire, le granite, et comprennent une série de roches assez variées.; 7° enfin, le granite lui-même dont les éléments décomposés ont contribué à former les roches arénacées qui l'entourent.

L'auteur continue ensuite :

Examinons actuellement en détail les roches et les accidents variés, auxquels la silice a donné naissance dans les diverses formations que nous venons de parcourir, mais en suivant une marche inverse, c'est-à-dire, en commençant par les plus anciennes.

La formation granitique montre des grains de quarz intimement unis à ses autres éléments, mais comme ils font partie intégrante de la roche primitive, la silice a pu subir l'influence

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'une haute température avant et pendant sa consolidation; des filons de quarz accompagnés de galène, de barytine, de fluorine, etc., traversent fréquemment les masses granitiques, parfois dans le sens vertical, pour venir se lier aux roches d'arkose et prouver leur origine commune (voir le travail de M. de Bonnard) : dans ce cas, la silice paraît bien évidemment s'être échappée d'un foyer situé dans les profondeurs du granite, à travers les fissures produites dans ces roches, soit par le retrait, conséquence de leur refroidissement, soit par leur dislocation, dont la poussée des porphyres aurait été la cause. L'examen de la nature compliquée des arkoses peut aider à fixer entre quelles périodes géologiques eurent lieu ces premiers épanchements de silice hors du granite. Il apprend, en effet, que le granite était consolidé depuis longtemps, et que sa surface exposée aux intempéries de l'air ou à l'action des eaux, avait subi une décomposition qui l'avait recouverte d'une épaisse couche de détritus avant que la silice ne vînt les empâter pour former ainsi l'arkose granitoïde ; que pendant toute la période qui présida au dépôt des couches du trias, l'épanchement siliceux dut être abondant et continu, puisque la silice se lie intimement aux couches argileuses et calcaires de cette formation, et s'étend même jusqu'aux assises inférieures du lias. Telles seraient donc les deux limites géologiques entre lesquelles l'âge de nos arkoses serait compris. Observons encore que les couches sédimenteuses du trias et du lias s'élevaient peu à peu au-dessus de leur base commune de granite, en obstruant sans doute progressivement les fissures par lesquelles la silice s'échappait, et qu'elles finirent par en arrêter tout-à-fait l'écoulement, au moins à cette époque, car on n'en trouve plus de traces dans le lias et dans l'oolite ferrugineuse qui le surmonte.

Les arkoses présentent de bas en haut la série de roches suivante (1) :

L'arkose granitoïde, qui renferme presque tous les éléments du granite, dans un ciment siliceux et argiloïde, et dont la texture est confuse ;

L'arkose massive, roche d'une excessive dureté, presque entièrement siliceuse, verdâtre, à cassure vitreuse : elle passe peu à peu à un calcaire argileux et siliceux. Le mélange de la silice à l'argile et au calcaire a lieu soit intimement, dans la pâte même de la roche, soit par lits alternatifs de silice pure et de calcaire argileux ;

(1) M. Moreau a déjà donné des notes sur les arkoses ; j'y ai joint de nouvelles observations.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Enfin l'arkose presque *molaire*, dont la texture cellulaire a quelque ressemblance avec celle des meulières.

Les arkoses renferment, comme on sait, soit en filons, soit en gîtes isolés, soit enfin disséminés en parcelles dans leur épaisseur, de la galène, de la barytine, des cristaux de fluorine et du quarz. Or, ces divers minéraux, presque tous propres aux terrains plutoniques anciens et modernes, se trouvant intimement liés à la pâte même des arkoses, il faut nécessairement admettre que les sources siliceuses étaient douées d'une haute température à leur sortie du granite, et en outre que la silice qui introduisit la galène, la barytine, etc., dans les roches de sédiment, s'est consolidée plus tard que ces minéraux puisqu'elle les enveloppe de toutes parts : ce dernier phénomène s'explique par la différence des températures nécessaires pour tenir les uns ou les autres à l'état liquide. Les arkoses après leur solidification ont subi de violentes dislocations, indiquées par des failles, et même d'importantes modifications dans leur texture, devenue parfois terreuse, friable; la chlorite même s'y est mélangée. Les masses de porphyre, qui sont vraisemblablement les agents de ces modifications, ont soulevé cet ensemble immédiatement après le dépôt de l'étage inférieur du lias, puisque j'ai remarqué l'inclinaison en plusieurs sens de ses assises dans les environs de Chitry-aux-mines, de Corbigny et de Colancelle (Nièvre), tandis qu'elles sont horizontales sur le plateau de Bayes non loin de là, et que partout l'étage supérieur de ce même terrain affecte avec l'inférieur une stratification discordante, généralement dirigée vers le N. O. comme celle de toutes les couches oolitiques. Avant de passer outre, observons que les divers aspects sous lesquels la silice s'est offerte à nous dans les arkoses, c'est-à-dire sous des formes massives, opaque ou translucide, pure ou mélangée de calcaire et d'argile, celluleuse ou enfin cristallisée, se reproduiront encore dans l'intérieur des terrains de sédiment qui vont nous occuper. Il y a donc lieu de présumer déjà que les accidents siliceux des roches postérieures aux arkoses doivent être rapportés à la même origine que ces dernières. La structure caverneuse de quelques unes de leurs parties est sans doute due à l'empâtement de détritus étrangers détruits postérieurement, ou peut-être encore au dégagement de quelques gaz emprisonnés dans la pâte siliceuse liquide.

Le lias et l'oolite inférieure présentent peu ou point de traces bien distinctes de silice, si ce n'est à la superficie de cette dernière, qui en contracte une structure schistoïde.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Dans le fullers-earth, le rôle de la silice est plus marqué : elle alterne par lits avec les assises supérieures de ce terrain, y empâte de nombreux fossiles, et affecte généralement une texture grossière, poreuse, une couleur jaune sale ; enfin, elle est traversée par des veines horizontales de silex pur. Certaines parties de ces roches ont l'aspect de véritables meulières, d'autres celui d'un calcaire siliceux. Ainsi la silice s'est introduite dans les marnes de ce terrain vers la fin de leur dépôt et avant qu'il fût consolidé : la distribution de cette matière dans leurs lits atteste qu'elle y fut amenée par des courants dont l'apparition précéda de peu le changement qui allait s'opérer dans la nature minéralogique des couches oolitiques.

La grande oolite n'offre de traces de silice que dans ses assises superficielles, transformées en calcaire siliceux schistoïde.

Les couches immédiatement supérieures à la grande oolite sont entremêlées de lits et de rognons épars de silex qui renouvellent une nature de roches analogue à celle du fullers-earth. Elles sont, en effet, poreuses, compactes ou translucides suivant l'espèce des assises auxquelles elles sont unies. Leurs nuances sont le blanc grisâtre et le jaune sale : certains échantillons rappellent les meulières, d'autres sont terreux et happent à la langue comme des schistes, d'autres encore sont rubanés et translucides comme des agates ; cette dernière disposition paraît tout à-fait accidentelle, comme les cristaux de quarz et les mamelons de calcédoine qui occupent le centre évidé des rognons siliceux de cet étage et des terrains crayeux. Ces silex présentent tous les passages du calcaire siliceux au silex grossier et au quarz cristallin, de sorte que la silice paraît s'être épurée de nouveau, de la surface au centre des rognons, après avoir traversé les marnes dont elle a rempli les vides. Les lits siliceux, assez symétriquement disposés comme dans le fullers-earth, semblent annoncer une origine semblable, et doivent être attribués à des courants doués d'une température assez élevée, qui laissaient déposer la silice en suspension dans leurs eaux à mesure que le contact des eaux marines les refroidissait.

Nous n'avons plus à signaler de silice dans le reste de la formation oolitique qu'à la surface du portlandstone : elle vient pour ainsi dire apposer son sceau à la fin de ce grand dépôt en glaçant superficiellement ses assises.

Dans les terrains crétacés, elle est très inégalement distribuée : elle forme à peine quelques silex au-dessus du groupe néocomien, et à la surface des sables ferrugineux, à leur contact avec les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

marnes bleues du gault, et la plupart empâtent des fossiles propres aux assises superposées.

La glauconie offre quelques nodules siliceux d'un blanc bleuâtre liés au calcaire, mais fort rares, et provenant sans doute de l'agglutination des parcelles siliceuses répandues dans la pâte même des roches.

Les silex ne commencent à devenir abondants et volumineux que dans les couches supérieures de la craie tufau, au contact des argiles plastiques qui les surmontent. Ils sont jaunâtres, terreux, sonores, happent à la langue, et se présentent tantôt en rognons et tantôt en lits, rappelant ainsi quelques uns de ceux que nous avons rencontrés dans l'oolite. La craie blanche, comme nous l'avons dit, est plus remplie de silex dans ses assises supérieures que dans sa masse principale : ses amas les plus considérables correspondent à l'extrémité inférieure des cavités qui pénètrent dans son épaisseur. Des failles existent entre les blocs de craie, et sont indiquées par des faces lisses, produits du glissement de deux blocs voisins, l'un contre l'autre. Ces failles, ces entonnoirs, ces cavités de toutes formes, qui pénètrent dans la craie supérieure, sont invariablement comblés par des masses d'argile rouge-brun remplies de silex, surtout vers la partie inférieure, et qui paraissent pour la plupart lui appartenir en propre. Quelques uns de ces silex se délitent, en effet, en enveloppes hémisphériques qui entourent un noyau d'argile. Les blocs siliceux placés à la limite de ces argiles et de la craie, se moulent sous mille formes bizarres dans les vides de celle-ci, et remplissent exactement toutes ses fissures comme aurait pu le faire un métal coulé dans un moule. Ces silex sont généralement noirs à l'intérieur et revêtus d'une croûte blanchâtre dans la craie, jaune ou bleue dans les argiles. Nous avons signalé une assise très mince de silice blanche nettement interposée entre l'argile et la craie démantelée, dont elle suit toutes les ondulations capricieuses partout où des vides ne se sont pas ouverts pour l'absorber.

Il semble résulter de ces faits que, si l'on rencontre quelques silex épars dans les profondeurs de la craie et de la glauconie, il n'en est pas moins constant que la silice ne se présente abondamment que vers leur partie supérieure, et qu'elle n'a pu en occuper les vides qu'après les tassements et les dislocations auxquels ces dépôts paraissent avoir été soumis postérieurement à leur consolidation. Il y a toute apparence que les courants siliceux ont parcouru la surface de la craie vers cette époque, en même temps que les argiles rouges en nivelaient toutes les dépressions, ce qui

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

explique à la fois les masses de silex interposées entre les deux formations, et les silex répandus dans ces mêmes argiles; par la même raison, ceux de la craie tufau, placés également au contact de ces dernières, pourraient peut-être se trouver contemporains des silex de la craie blanche.

Les grès et les poudingues des sables de l'argile plastique ne doivent leur consolidation à aucune infiltration siliceuse, mais bien à l'agglutination qui paraît naturelle aux éléments des sables quarzeux très fins.

Les sables glauconifères, au contraire, doivent aux empâtements siliceux ces masses dures, opaques, jaune sale, dont la texture fibreuse rappelle si bien celle de grands végétaux fossiles; des veines, des taches translucides marbrent leur pâte et lui donnent l'aspect bréchoïde. Le ciment siliceux a, du reste, souvent enveloppé les silex qu'il a rencontrés épars à la surface du sol, où l'on trouve aujourd'hui des amas de roches dures.

Résumé.

La silice est sortie pure des fissures du granite, comme l'attestent les filons du quarz. Elle a formé, par son mélange avec les détritus qui en recouvraient la surface, et avec les argiles et les calcaires du trias, les *roches d'arkose;* le même phénomène s'est renouvelé à plusieurs reprises, mais sur une plus petite échelle, à divers étages de l'*oolite* et de la *craie*, et jusque dans les terrains *tertiaires*. Les roches auxquelles elle a donné naissance prouvent qu'elle avait la propriété de s'épurer en se concentrant, après s'être d'abord mélangée à des éléments étrangers. L'épuration et la consolidation paraissent avoir eu lieu dans les rognons siliceux de l'extérieur à l'intérieur, par une sorte d'expansion qui produisit un vide vers le centre occupé par la silice pure qui se cristallisait. Dans la plupart des silex, on peut même suivre de l'œil les zones concentriques, diversement nuancées, suivant lesquelles s'est opérée la consolidation progressive des rognons, à partir de leurs couches extérieures les plus impures, au contact du calcaire. Peut-on se refuser à croire que ce phénomène, répété si uniformément dans tous les terrains à silex, ne soit dû à un refroidissement lent et gradué de la solution siliceuse?

Nous avons vu que dans les arkoses le mélange intime des minerais de plomb, etc., dans l'épaisseur même de la roche, ne pouvait guère s'expliquer d'une autre manière.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Je vais signaler d'autres faits qui tendent aux mêmes conclusions. L'accumulation des silex vers les limites extérieures des zones, par exemple, ne semble-t-elle pas indiquer que les courants siliceux auraient été subitement refroidis à leur arrivée dans le sein des eaux marines, laissant par suite précipiter une grande partie de leur silice auprès du rivage?

Un fait assez singulier qu'il importe ensuite de signaler, c'est qu'on ne trouve pour ainsi dire jamais d'ammonites ni de nautiles parmi les milliers de fossiles siliceux de l'oolite; ceux-ci appartiennent tous à des espèces littorales, telles que des peignes, huîtres, térébratules, spatangues et polypiers; par contre, on trouve des nautiles et des ammonites pêle-mêle avec ces derniers, et même en très grand nombre, dans les couches purement calcaires ou argileuses. Le hasard peut-il avoir toujours reproduit un résultat aussi constant? je ne saurais le croire. Il semblerait que les deux espèces citées, appartenant à une famille de mollusques, qui peuvent gagner la haute mer, ont pu s'éloigner du rivage toutes les fois qu'il fut envahi par les courants siliceux, tandis que les mollusques littoraux étaient soumis à leur action: la haute température de ces courants les avertissait sans doute de leur approche.

Concluons encore de l'absence des ammonites et des nautiles dans les silex, et de leur abondance dans les autres roches, que les émissions siliceuses étaient intermittentes, et que, dans l'intervalle de leurs apparitions, ces mollusques se rapprochaient des plages. Tous les faits précédemment énoncés concordent avec ces conclusions. Si les roches siliceuses sont le résultat de la précipitation de la silice dans les eaux marines par l'effet du refroidissement des courants, qui la tenaient en suspension, ne pourra-t-on pas conclure de là que les roches d'arkose ne doivent pas s'étendre beaucoup au-delà des points sur lesquels on les observe, et qu'elles ne forment pas de couches continues entre le granite et les terrains de sédiment, mais seulement entre eux un terrain de passage tout-à-fait accidentel, dans un rayon assez restreint. Le niveau géognostique des arkoses n'étant pas le même dans toutes les localités où ces roches ont été signalées, cette présomption sur les conditions accidentelles de leur existence acquiert un nouveau degré de probabilité.

L'examen de tous les rognons siliceux des couches oolitiques et crayeuses m'a porté à penser que la silice liquide devait avoir pénétré dans leurs cavités ou au travers de leurs assises non con-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

solidées, à un état de densité tel, que le mercure (dans les conditions thermométriques actuelles du globe) peut seul le représenter à la pensée.

D'abord, il fallait nécessairement qu'elle fût douée d'une grande densité pour traverser aussi facilement les roches, se réunir dans leurs fissures, et même déplacer les parties encore molles pour prendre leur place. Je vais citer un fait qui vient encore à l'appui de cette opinion.

Il est rare de trouver dans la craie un rognon siliceux qui ne contienne pas quelques débris de fossile montrant parfois un point d'affleurement à sa surface : cette disposition constante doit avoir une cause uniforme, et voici de quelle manière je me rends compte de ce fait. On sait que les silex ont été moulés dans les vides de la craie. Supposons un instant qu'on verse du mercure dans l'un de ces vides terminé par un étranglement à sa partie supérieure, et qu'il contienne la coque d'un spatangue (ce qui est le cas le plus commun) ; à mesure que le mercure remplira la cavité, la coque de l'échinide sera soulevée et nagera sur le liquide, en raison de sa légèreté relative, jusqu'à ce qu'elle arrive à toucher un point des parois supérieures du vide crayeux : alors, le mercure, continuant à s'élever, pressera le spatangue, s'introduira dans son intérieur et finira par l'envelopper de toutes parts, si ce n'est parfois dans la partie en contact avec la craie. Substituons la silice au mercure ; durcissons-la en *silex*, et nous aurons un rognon semblable à tous ceux de la craie ou de l'oolite. Les tests des huîtres et autres mollusques plus lourds que les échinides, sont également empâtés dans l'intérieur des silex.

Nous avons vu que les émissions siliceuses, en pénétrant dans les assises des diverses formations, ont donné naissance à des accidents offrant un caractère assez uniforme, et nous avons été conduit à penser qu'elles pourraient bien avoir eu une origine commune ; et en précisant davantage, que la silice déposée à divers niveaux géognostiques, et d'une manière distincte des roches environnantes, pouvait avoir été amenée dans les mers oolitiques et crétacées par des courants sortis à diverses époques du sein même du massif granitique. L'élévation progressive du sol, depuis les argiles tertiaires jusqu'aux terrains plutoniques du Morvan, confirme cette opinion. L'intermittence des couches à silex, leur situation à peu près constante à la superficie des formations et des groupes principaux, la discordance des assises au-dessus et au-dessous d'elles, quant à leur stratification et même à leur composition minéralogique, tout vient à l'appui de la sup-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

position, que les émissions siliceuses doivent être contemporaines des catastrophes qui amenaient des changements notables dans la composition des dépôts successifs et la disposition de leurs couches. Ces catastrophes étaient brusques, car des milliers de mollusques périssaient à la fois en formant des lumachelles de leurs débris amoncelés : elles avaient encore pour conséquence de reculer de plus en plus le rivage des mers du centre granitique, auquel on doit sans doute attribuer toutes les secousses, toutes les oscillations du sol dans ces temps reculés.

Les conclusions auxquelles toutes les observations qui précèdent m'ont amené peuvent donc se formuler ainsi : les accidents siliceux et les roches, principalement siliceuses, des terrains d'arkose, de l'oolite, de la craie et des couches tertiaires, paraissent devoir leur existence à des courants étrangers aux mers dans le sein desquelles s'amoncelaient des sédiments calcaires et argileux.

Ces courants ayant laissé des dépôts analogues les uns aux autres, à différents niveaux géognostiques, et les filons de quarz du granite se liant intimement aux arkoses, il y a lieu de penser qu'ils sont tous sortis des fissures du grand massif plutonique du Morvan à diverses époques, et doués, selon toute apparence, d'une température assez élevée et d'une assez grande densité ; leur apparition dans les couches de sédiment coïncidant, généralement avec le renversement des assises, la destruction instantanée de la vie de nombreux mollusques littoraux, ou enfin avec une modification notable dans la nature minéralogique des dépôts consécutifs, on peut attribuer ces dislocations du sol et tous les phénomènes qui en étaient la suite, au voisinage des terrains granitiques encore mal affermis, d'où s'échappaient les courants siliceux à l'époque des secousses qui influaient si énergiquement sur la configuration du bassin des mers.

Si ces conclusions paraissent suffisamment justifiées par tous les faits énoncés et par les conséquences qui semblent en découler, on pourrait peut-être, dans un rayon assez voisin des masses granitiques, considérer la présence des silex comme un signe indicateur du passage d'un groupe à un autre, d'une formation à une autre ; toutefois, je ne me dissimule pas que, pour acquérir quelque poids, un pareil caractère a besoin d'être confirmé par des observations analogues faites dans d'autres localités placées dans les mêmes conditions géologiques ; et je n'ai voulu, dans ce mémoire, que poser des jalons d'attente, en soumettant ces considérations à des juges plus compétents que moi pour prononcer en dernier ressort.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Séance du 3 juin 1844.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

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

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Al. d'Orbigny, les livraisons 21 (*terrains jurassiques*), 79 et 80 (*terrains crétacés*) de sa *Paléontologie française*.

De la part de M. A. Daubrée, son *Mémoire sur les dépôts métallifères de la Suède et de la Norvége*, in-8°, 84 p., 4 pl. Paris, 1844. (Extrait du t. IV des *Annales des mines*, 1843.)

De la part de MM. Baugier et Sauzé, leur travail intitulé : *Notice sur quelques coquilles de la famille des Ammonidées, recueillies dans le terrain jurassique des Deux-Sèvres*. Mémoire lu à la Société de statistique, le 7 février 1843. In-8°, 16 p., 4 pl. Niort.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1844, 1er semestre, t. XVIII, nos 21 et 22, avec les tables du 2e semestre de 1843, t. XVII.

Bulletin de la Société de géographie, n° 2. Février 1844.

Grammaire et dictionnaire abrégés de la langue berbère, composés par feu Venture de Paradis, revus par P. Amédée Jaubert, pair de France, et publiés par la Société de géographie. In-8°, 236 pages. Paris, 1844.

Mémorial encyclopédique, numéro d'avril 1844.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire, nos 1, 2 et 3. — 15e année. 1841.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, nos 84 et 85.

Bulletin de l'Académie royale des sciences de Bruxelles, nos 9—12 pour 1843, et nos 1—3 pour 1844.

Annuaire de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles pour 1844.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Programme des questions proposées pour le concours de 1845 par l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles.

Instructions pour l'observation des phénomènes périodiques, publiées par l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles, le 1er décembre 1843.

L'Écho du Monde savant, nos 40—43.

L'Institut, nos 543 et 544.

The Athenæum, n° 865.

The Mining Journal, nos 457 et 458.

M. le Président donne lecture d'une lettre adressée à M. l'abbé Chamousset par le ministre de l'intérieur des États sardes, Gallina, annonçant que S. M. sarde a bien voulu, par une décision spéciale du 20 octobre, autoriser la Société géologique à se réunir dans ses États.

M. le Trésorier, conformément aux prescriptions du règlement, présente l'état des recettes et des dépenses pendant les cinq mois qui viennent de s'écouler.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1843.....	1,079 fr.	20 c.
La recette depuis le 1er janvier dernier s'élève à.	8,057	55
Total.....	9,136	75
La dépense depuis le 1er janvier s'élève à.....	7,564	50
Reste en caisse au 31 mai 1844.....	1,572	25

Dans la recette figure une somme de 2,400 francs pour huit cotisations une fois payées.

Dans la dépense figure une somme de 2,281 fr. 70 c. pour achat de 92 francs de rentes 5 0/0.

M. Dufrénoy annonce qu'on a lu aujourd'hui à l'Académie des sciences une lettre de M. F. Robert, qui annonce qu'il a trouvé près d'Alais (Gard), dans une couche de calcaire marneux jaunâtre, de 1 mètre d'épaisseur, une portion considérable de crâne humain avec des dents molaires, canines et incisives. Ce calcaire repose sur d'autres calcaires compactes à cassure conchoïde, en couches alternativement noires et blanches, avec veines de chaux carbonatée. Par-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dessus se trouvent de nombreux cailloux du terrain diluvien.

M. Pratt dit que M. Marcel de Serres a examiné ces ossements, et a reconnu qu'ils contiennent beaucoup de matière animale, qu'ils sont moins altérés que ceux qu'on retire des tombeaux romains, et qu'ils ne happent point à la langue. Ces os n'ont pas été trouvés en place, mais bien au milieu des déblais du chemin de fer de Nîmes à Alais; et malgré des recherches assidues, on n'a pu découvrir d'autres débris dans le voisinage. Ils sont donc plus récents que les ossements humains des cavernes à ossements de Bize, etc., dans le midi de la France, et sont vraisemblablement de l'époque historique.

M. de Verneuil lit au nom de M. Murchison et au sien le Mémoire suivant :

Note sur les équivalents du système permien en Europe, suivie d'un coup d'œil général sur l'ensemble de ses fossiles, et d'un tableau des espèces.

Dans nos communications à la Société géologique de Londres, nous avons esquissé déjà les traits généraux des divers dépôts que nous réunissons, en Russie, sous le nom de système permien (1); nous avons dit comment une vaste contrée, deux fois plus grande que la France, est occupée par des couches alternantes et successives de gypses, marnes, calcaires, grès rouges et conglomérats; comment ces couches, contenant à la fois du cuivre disséminé, du soufre et quelques veinules de houille, sont caractérisées par une faune et une flore particulières, plus ou moins analogues à celles du *zechstein*, mais distinctes du terrain houiller et plus encore du trias; enfin nous avons exposé les motifs qui nous ont portés à donner une dénomination nouvelle à un système de couches si largement développé dans le royaume de Perm, et si différent, sous le rapport de la composition minéralogique, des lambeaux contemporains qu'on pouvait lui comparer dans les autres parties du continent. Notre but aujourd'hui est de présenter quelques considérations sur les équivalents du système permien en Europe, d'exposer les raisons qui nous paraissent devoir y faire comprendre la partie inférieure du

(1) *Geological proceedings*, an. 1841-1842; vol. III, p. 724.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

bunter sandstein ou le grès des Vosges, et enfin de donner le tableau général des fossiles de cette époque et les résultats principaux que l'on peut en déduire.

Lorsque nous proposâmes pour la première fois le nom de système permien (1), nous y comprîmes, comme en formant la base, le *rothe todte liegende*. Si plus tard nous modifiâmes notre première opinion, nous y revenons aujourd'hui, car les coupes que nous avons eu occasion de voir en Allemagne, ainsi que les renseignements et les écrits des géologues les plus distingués, nous ont convaincus que le *rothe todte liegende* est véritablement séparé du terrain houiller, et même quelquefois en stratification discordante avec lui.

C'est principalement aux environs de Zwickau en Saxe que cette distinction est frappante. Le capitaine Gutbier, ayant là soigneusement collecté les plantes qui appartiennent à chacun de ces dépôts, ses échantillons nous ont mis à même de reconnaître que la flore du *rothe todte liegende* renferme certaines plantes identiques ou analogues à nos plantes permiennes, et que, bien qu'elles appartiennent toutes à des genres carbonifères, elles ne présentent pas une seule des espèces caractéristiques si abondantes dans les couches houillères sous-jacentes (2). D'un autre côté, tandis que le *rothe todte liegende* repose dans ce pays en stratification discordante sur le terrain houiller et contient des espèces distinctes, il passe à sa partie supérieure au *zechstein* et forme avec celui-ci un groupe naturel.

La même chose s'observe dans la Silésie supérieure. Dans le district montagneux qui s'étend de Waldenburg vers Glatz, il existe un petit terrain houiller surmonté par une série de grès rou-

(1) Lettre à M. Fischer, *Bull. de Moscou*, 1841, p. 902. — *Leonhard Jahrbuch*, 1842, p. 91, et *Philos Mag.*, vol. XIX, p. 418. Nous avouons volontiers qu'en écrivant à M. Fischer, avant de quitter la Russie, nous avions oublié que MM. d'Omalius d'Halloy et Huot avaient donné les noms de terrain pénéen et psammérythrique aux couches comprises entre le terrain houiller et le bunter sandstein ; nous croyons toutefois devoir conserver le nom de permien, parce qu'il est formé d'après le principe qui a porté déjà l'un de nous à substituer, dans la partie inférieure du terrain paléozoïque, des noms géographiques aux noms minéralogiques, et parce que la découverte de fossiles assez nombreux, et surtout de grandes richesses minérales (cuivre, sel, soufre, etc.), rend impropre la dénomination de pénéen, qui signifie pauvre.

(2) M. Gutbier a déjà fait connaître cet important résultat à la réunion des naturalistes à Iéna. *Isis*, 1837, p. 435 ; *Léonhard Jahrb.*, 1838, p. 197.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ges, de conglomérats et de *shales*, dans la partie supérieure duquel se trouve un calcaire noir et bitumineux, particulièrement près de Friedland et Ruppersdorf sur la frontière de Bohême. Cette roche, subordonnée à des dépôts rouges qui représentent le rothe todte liegende, et immédiatement supérieure au terrain houiller, contient des poissons du zechstein associés à des plantes très voisines de nos types permiens. Parmi les poissons, les *Palæoniscus vratislaviensis* et *lepidurus* Ag. sont les plus abondants. Parmi les plantes les plus communes, nous pouvons citer un *Odontopteris* qui ne se trouve jamais dans le terrain houiller sous-jacent, mais qui est très caractéristique des dépôts permiens en Russie ; cette identification est établie sur l'autorité de l'excellent botaniste le professeur Gœppert, qui pense avec nous que les autres plantes du calcaire et des schistes de ce groupe rouge sont spécifiquement différentes de celles des couches carbonifères. Maintenant, comme les poissons appartiennent aussi au même type que les ichthyolithes trouvés dans le zechstein d'Allemagne et dans les roches parallèles de Russie, il ne peut pas y avoir de doute que les grès rouges, *shales*, marnes et conglomérats de la Silésie, avec calcaire subordonné, représentent le système permien ; elles ont de plus un intérêt tout particulier en ce qu'elles indiquent une tendance à se rapprocher du type que ce dépôt affecte en Russie plutôt que des caractères qu'il possède dans l'O. de l'Europe.

Après avoir démontré que le rothe todte liegende doit être considéré comme le membre inférieur de la série permienne en Allemagne, pouvons-nous poursuivre le parallèle plus haut, et établir que dans ce pays, comme en Russie, quelques unes des couches qui recouvrent le zechstein doivent être groupées avec cette roche? Cette question a beaucoup d'importance ; car le zechstein appartenant par ses fossiles au terrain paléozoïque, il s'agit de savoir si cette grande période a pris fin après les dernières assises de ce dépôt calcaire, ou si elle s'est prolongée au-delà.

Si nous interrogeons les faits, nous verrons qu'en Allemagne la partie inférieure du bunter sandstein sert de toit au zechstein, comme celui-ci au rothe todte liegende, et que ces trois dépôts sont en stratification concordante. Les bancs calcaires, ainsi que le kupferschiefer et ses dépendances, ne sont donc que le centre fossilifère d'un grand dépôt de conglomérats rouges, de grès et de *shales*. Partout où l'on peut observer les relations du zechstein avec le grès qui le recouvre, les deux dépôts sont si intimement unis, que la découverte de quelques fossiles permiens

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dans le plus élevé obligerait les géologues à les placer dans le même groupe naturel. Frappés de ces circonstances négatives en Allemagne et de l'évidence positive qu'en Russie le *type paléozoïque du zechstein se continue à travers des grès et des conglomérats placés au-dessus de cette roche* et renfermant un assez grand nombre de plantes, nous avons cru que la partie inférieure du bunter sandstein, placée exactement dans la même position stratigraphique que les conglomérats, marnes et grès permiens de Russie, devait être séparée du trias et réunie au zechstein.

En proposant cette manière de voir, nous n'avons aucunement envie de détacher du trias la totalité du premier de ses trois membres. Nous connaissons depuis longtemps les coupes de Sulz-les-Bains et autres lieux, qui, par une série continue de fossiles végétaux et animaux, lient incontestablement avec le muschelkalk les grès et les marnes qui lui sont inférieurs; mais nous admettons avec M. Élie de Beaumont (1) et les auteurs allemands (2) les plus récents, que l'épais dépôt du bunter sandstein est divisible en deux parties. La partie inférieure, privée de fossiles, nous semble être parallèle aux grès cuprifères de la Russie, dans lesquels prédominent encore les types paléozoïques; tandis que la partie supérieure, ou le grès bigarré proprement dit, forme la véritable base du trias ou des roches secondaires. La question nous semble donc se réduire à ceci : le pays de Perm, en Russie, nous fournit la preuve que les animaux et les plantes paléozoïques s'étendent dans des dépôts rouges *au-dessus* du zechstein proprement dit, et les strates qui occupent en Europe une position semblable, pour ainsi dire muettes à cet égard, n'ont rien offert qui y soit contraire.

En Angleterre, il y a peu de difficulté à grouper ensemble les différents membres qui, placés au-dessus du terrain houiller, représentent le système permien. Le plus important d'entre eux a été, il y a déjà longtemps, habilement décrit par le professeur Sedgwick. Ce géologue fut le premier à prouver que le lower new red sandstone (3) est l'équivalent du rothe todte liegende

---

(1) *Mémoires pour servir à une description géol. de la France*, vol. I, p. 1. — *Explication de la carte géologique de la France*, vol. I, p. 267.

(2) Voir la Table dressée par M. Cotta, et jointe aux cartes géologiques de Saxe préparées par cet auteur et M. Nauman. Nous pouvons ajouter que, dans une lettre qu'il nous a écrite, M. Nauman ne voit pas d'objection à notre classification.

(3) C'est à peine si l'on connaît encore quelques plantes du lower new

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

(pontefract rock de Smith), qui, recouvert en stratification concordante par le magnesian limestone ou zechstein, est associé avec des marnes rouges, du gypse et des grès. Sa coupe, près de Kirkby, dans le Nottinghamshire, qui prouve l'existence de deux grès rouges séparés par des calcaires et des *shales*, le tout reposant sur les coal measures (dans ce cas en stratification concordante), est un bon exemple de l'ensemble de notre groupe (1).

Dans d'autres parties de l'Angleterre, adjacentes à la région silurienne, nous plaçons en parallèle avec le système permien tous ces grès rouges et conglomérats qui entourent immédiatement et recouvrent souvent les bassins houillers des comtés du centre, et dans lesquels le magnesian limestone est représenté simplement par un conglomérat calcaire accidentellement dolomitique (2).

Quant à ce qui concerne l'Allemagne, nous ajouterons encore que l'un de nous (M. Murchison), après avoir visité en 1843 une partie de la Saxe et du Thüringerwald, examina aussi cette partie de Hesse-Cassel dont Richelsdorf est le centre, et qu'il vit partout une succession concordante depuis le rothe todte liegende et le zechstein jusqu'au bunter sandstein inférieur. En Hesse-Cassel, M. Althaus von Rothenburg, habile géologue et directeur de mines, a distingué dans son district le bunter sandstein inférieur du supérieur, le premier constituant, comme dans les autres parties de l'Allemagne, le toit régulier du zechstein.

Le bunter sandstein inférieur de la vallée du Rhin, au sud de Francfort, et depuis Heidelberg jusqu'à Baden-Baden, est, comme celui du centre de l'Allemagne, entièrement privé de fossiles. Il prend peu à peu le caractère qu'on lui connaît de l'autre côté du Rhin, dans les montagnes des Vosges, où il a été si admirablement décrit par M. Élie de Beaumont sous le nom de grès des Vosges, et clairement séparé par lui du trias qui le recouvre.

En comparant la Russie à l'Allemagne, il est bon de signaler

---

red sandstone d'Angleterre. Le pontefract rock, de William Smith, qui ressemble assez à une des variétés de nos grès permiens, contient, selon les renseignements que nous a donnés le professeur Phillips, quelques plantes incertaines, l'une desquelles a été décrite par le professeur Lindley. *Fossil Flora*, vol. III, pl. 195.

(1) *Geologic. transact.*, 2e série, vol. III, p. 56, 57, 80, 81, et pl. V, fig. 1.

(2) Voir *Silurian system*, p. 54 et suiv., 466 et suiv., et pl. 29 et 37; voir aussi la nouvelle carte d'Angleterre, par M. Murchison, publiée par la Société *for the diffusion of useful Knowledge*, dans laquelle la classification permienne est appliquée pour la première fois.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

cette différence, que, dans la première des deux contrées, il y a peu de traces de ces grès rouges et conglomérats si puissants, intercalés entre les dépôts carbonifères et le zechstein. Assez ordinairement le zechstein, ou les calcaires fossilifères qui le représentent, ne sont séparés du calcaire carbonifère que par des amas considérables de gypse blanc saccharoïde (1), et la plus grande partie des grès et conglomérats occupe la partie supérieure du système permien. Mais nous ne devons pas attacher une trop grande importance à la structure minéralogique des couches, quand nous cherchons à établir leur synchronisme dans des contrées éloignées les unes des autres; car l'examen comparé de la Russie avec le reste de l'Europe nous démontre qu'avec la plus frappante similitude, quant à la distribution générale des êtres organiques dans chaque grand système paléozoïque, il peut y avoir cependant de très grandes différences entre les roches qui les contiennent.

Le système permien, tel que nous le délimitons, comprend donc le *rothe todte liegende*, le *kupferschiefer*, le *zechstein* et la partie inférieure du *bunter sandstein* ou le grès des Vosges. En plaçant, comme l'ont fait MM. Deshayes, Bronn et Phillips, le zechstein et les couches qui l'accompagnent dans le terrein paléozoïque et en les considérant comme étant la continuation et la terminaison de la période jadis appelée période de transition, nous signalerons un désaccord apparent qui se manifeste ici entre la géologie et la paléontologie. En Europe, les couches permiennes reposent le plus souvent en stratification discordante sur les strates fortement redressées du système carbonifère (2); de pareilles discordances sont au contraire fort rares entre le trias et les dépôts permiens (3); si l'on ne prend en considération que les catastrophes purement physiques du globe, il serait donc naturel de terminer la période paléozoïque après le terrain carbonifère; mais si l'on interroge les restes organiques on découvre entre les fossiles carbonifères et permiens une certaine communauté de carac-

(1) Dans le Harz, le gypse, ordinairement associé au stinkstein, se trouve au contraire à la partie supérieure du groupe magnésifère; il est également compacte ou grenu, à grains fins, et propre aux travaux de sculpture, et son caractère le plus remarquable, en grandes masses, est de former, comme en Russie, des cavernes spacieuses.

(2) Voyez le mémoire du professeur Sedgwick, *Géol. transac.*, vol. III, pl. V, fig. 3, et pl. VI, fig. 1.

(3) M. E. de Beaumont a prouvé que le grès des Vosges, que nous

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tères que nous allons faire ressortir dans les pages suivantes, tandis que les fossiles permiens et triasiques sont *entièrement distincts*. C'est là, sans aucun doute, un fait important sur lequel nous ne saurions trop appeler l'attention, car il nous fournit la preuve que les distinctions les plus profondes entre les fossiles de deux terrains ne peuvent pas toujours être attribuées à de violentes révolutions de notre globe, par lesquelles, d'ailleurs, on n'explique que la destruction des animaux d'une époque, et non la création de ceux qui leur succèdent.

Nous allons maintenant corroborer nos conclusions sur l'indépendance du système permien, en même temps que sur ses rapports avec les dépôts paléozoïques, par une revue générale de ses restes organiques, et par une liste des espèces et leur distribution en Europe.

Faune du système permien. — Si la faune du système permien est moins riche que celle des roches paléozoïques inférieures, elle offre, au point de vue philosophique, un intérêt au moins égal; elle constitue, en effet, pour ainsi dire, le reste de cette première création d'animaux qui s'étaient développés pendant les trois âges précédents, et nous expose la dernière de ces altérations partielles et successives qu'ils ont éprouvées avant leur complet anéantissement. L'appauvrissement et l'extinction de plusieurs types, et la création d'une nouvelle classe de grands animaux, les sauriens, annoncent clairement la fin de la longue période paléozoïque et le commencement d'un nouvel ordre de choses.

Les deux plus grandes révolutions, dans le monde organique des temps passés, sont celles qui ont séparé l'époque paléozoïque de l'époque secondaire, et celle-ci de l'époque tertiaire. Les deux dépôts qui terminent chacune de ces grandes périodes, c'est-à-dire les dépôts permiens et la partie supérieure du terrain crétacé, occupent donc une place analogue dans l'histoire des phénomènes dont notre globe a été le théâtre, et doivent exciter au même degré l'intérêt des géologues.

Les espèces qui caractérisent le zechstein ou le magnesian limestone et le kupferschiefer n'ayant été mentionnées jusqu'ici que dans des ouvrages ou des mémoires séparés, nous avons cru qu'il serait utile de les grouper toutes ensemble, avec les espèces nouvellement découvertes en Russie, dans un tableau synoptique, où

---

faisons entrer dans notre système permien, a été soulevé avant le dépôt du trias, mais ce soulèvement n'a pas sensiblement altéré l'horizontalité des couches.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

chacune d'elles est accompagnée du nom de son auteur, de ses synonymes et des localités où elle se trouve. Cette espèce d'inventaire a l'avantage de nous mettre en état de comparer l'ensemble de la faune permienne avec celle des époques précédentes, et aussi la faune spéciale de cette époque, en Russie, avec celle des dépôts correspondants dans l'Europe occidentale.

C'est sous ces deux points de vue que nous allons considérer ce sujet.

Le nombre total des espèces permiennes citées dans notre tableau, y compris quelques unes qui sont douteuses, est de cent soixante-six. Nous laissons de côté, hâtons nous de le dire, certaines formes mentionnées par quelques auteurs, mais sur lesquelles il règne encore trop d'incertitude. Ce nombre est réellement peu élevé, quand nous le comparons à celui de la faune des époques carbonifère et devonienne, dans chacune desquelles plus de mille espèces ont été figurées ou décrites. De ces cent soixante-six espèces, cent quarante-huit sont exclusivement caractéristiques du système permien, tandis que dix-huit seulement se rencontrent dans les systèmes inférieurs. Si nous disséquons ces nombres afin d'en déduire les divers éléments de leur composition, nous découvrons aisément les traits caractéristiques qui distinguent le système permien de celui sur lequel il repose.

Les *polypiers*, qui, à l'époque carbonifère, s'élèvent à plus de cent espèces, sont, dans le système permien, réduits à quinze, dont trois ou quatre seulement se présentent avec une certaine profusion et appartiennent principalement, selon M. Lonsdale, au genre *Fene tella*. Cet exact et judicieux naturaliste, auquel ont été soumis tous nos échantillons de Russie ainsi que ceux du magnesian limestone, collectés par M. King, curateur du muséum de Newcastle, en Angleterre, est d'avis que pas une seule des espèces, qu'il a *lui-même* examinées, ne se rapporte à celles des époques précédentes, bien qu'elles possèdent, en général, des caractères paléozoïques assez prononcés.

Les *Crinoïdes* sont extrêmement rares; et de soixante-dix ou soixante-quinze espèces qui habitaient les mers carbonifères, une seule, le *Cyathocrinites planus* (Mill.), paraît avoir vécu pendant l'époque permienne; cette espèce solitaire est peu commune, et n'a pas encore été découverte en Russie.

Parmi les coquilles des formations anciennes, les *Brachiopodes* sont celles auxquelles, d'accord avec les autres géologues pratiques, nous accordons la plus grande importance; ce sont elles qui nous révèlent le mieux, peut-être, l'étroite connexion qui

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

existe entre les systèmes carbonifère et permien. Dix des trente espèces permiennes sont communes aux deux systèmes. Les genres *Productus* et *Spirifer*, tous deux si largement développés à l'époque carbonifère, se continuent à travers les dépôts permiens, le premier y offrant six et le second huit espèces. Tous les *Productus* permiens sont très épineux, et l'espèce prédominante est le *P. horridus* (*P. aculeatus* Schl.). Deux seulement sont ornés de stries longitudinales régulières, savoir : les *P. Cancrini* et *Leplayi*. La première de ces deux espèces a une assez singulière distribution ; répandue avec profusion dans les strates permiennes de la Russie, et pouvant y servir de guide infaillible, elle manque complétement dans les dépôts correspondants de l'Europe occidentale, et se trouve plus bas dans le calcaire carbonifère de Visé, en Belgique (1).

Les *Spirifer* du système permien, tous plissés, ont beaucoup d'analogie avec ceux des strates inférieures ; deux espèces seulement paraissent passer d'un système dans l'autre, et même l'une d'elles, que nous rapportons au *S. hystericus*, est encore douteuse.

Les *Orthis*, l'une des premières formes sous lesquelles se sont montrés les brachiopodes, et que l'on sait être si caractéristiques des plus anciens dépôts, décroissent en nombre à mesure qu'ils traversent les zones devonienne et carbonifère, et n'ont plus, dans le système permien, que trois représentants, l'un en Russie et les deux autres en Allemagne.

Le petit genre *Chonetes* (Fischer), dont l'importance est principalement due à la distribution étendue d'une de ses espèces, la *C. sarcinulata* (*Leptæna lata* Von Buch), peut être considéré comme s'élevant en Europe depuis le système silurien jusque dans les couches carbonifères supérieures ; il pénètre même dans le système permien, si l'on doit, ainsi que nous le pensons, rapporter à ce dernier les gypses et les marnes de Bakhmut. La *Ch. sarcinulata* est si abondante dans les roches siluriennes de Ludlow, en Angleterre, qu'elle est un des meilleurs types de cette formation ; en Suède, elle se rencontre dans des couches du même âge ; en Angleterre et en Belgique, elle s'élève jusqu'à la série carbonifère inclusivement ; tandis qu'en Russie, entièrement inconnue dans les systèmes silurien et devonien, elle apparaît pour la première fois à l'époque carbonifère, et s'y montre subitement avec une plus grande profusion que dans les dépôts correspondants de l'O. de l'Europe. Quelque remarquable que soit ce fait, il peut s'expli-

(1) *De Kon. Descr. foss. Belg.*, p. 179. pl. IX, fig. 3, 1842.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

quer cependant par les changements réitérés du relief du fond de la mer, et par d'autres phénomènes sous-marins, à la suite desquels cette *Chonetes* aurait été déplacée à une époque postérieure à sa création et transportée de l'occident vers l'orient. Là, sous des conditions favorables, elle a pu prendre un nouveau développement, et offrir ainsi le rare exemple d'une espèce qui, en changeant de pays, a vécu à travers tous les étages du terrain paléozoïque.

Le genre *Pentamerus*, si abondant à l'époque silurienne, et déjà rare dans les couches devoniennes, n'a pas encore été trouvé dans les systèmes carbonifère et permien. Conformément, toutefois, aux lois ordinaires de la nature, qui, dans les modifications des êtres à des périodes successives, semble souvent retenir quelques traits des types précédents, les Pentamères siluriens et devoniens sont représentés dans la seconde moitié des âges paléozoïques par des Térébratules qui offrent, dans leurs apophyses internes, une partie de la structure des Pentamères (1); nous voulons parler de la *T. Schlotheimi* V. Buch et de la *T. superstes* Nob. Dans ces espèces, en effet, la valve dorsale est munie, comme dans les Pentamères, de deux cloisons obliques, unies à leur base et fixées à une cloison verticale, qui part de l'extrémité du crochet et qui divise la coquille en deux parties égales, au moins dans une partie de sa longueur. Ces singulières Térébratules, les derniers représentants des Pentamères, disparaissent à leur tour à la fin de la période paléozoïque. La *T. Schlotheimi*, nous devons le dire en passant, présente la remarquable particularité qu'en Russie elle appartient exclusivement aux roches carbonifères, dans deux localités desquelles nous l'avons découverte; tandis qu'en Angleterre et en Allemagne, elle est un des fossiles caractéristiques du magnesian limestone et du zechstein.

Le système permien ne contient pas plus de neuf espèces de *Terebratula* correctement déterminées, dont cinq se rencontrent dans les dépôts plus anciens. Les espèces prédominantes sont lisses et ornées de stries concentriques; une seulement, la *T. Geinitziana* Nob., voisine de la *T. Thurmanni*, est plissée longitudinalement.

En résumé, si l'on considère l'ensemble des brachiopodes, nous

(1) M. King, curateur du Muséum de Newcastle-upon-Tyne, avec qui nous avons été en correspondance à ce sujet, propose d'établir, pour ces coquilles, un nouveau genre sous le nom de *Camerophoria*. Ce genre sera décrit dans la monographie qu'il prépare sur les fossiles du magnesian limestone d'Angleterre.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

croyons que, de deux cents espèces qui peuplaient les mers carbonifères, dix seulement prolongèrent leur existence dans les couches permiennes, tandis que vingt nouvelles espèces y vinrent compléter le nombre total que les recherches les plus actives y ont pu découvrir jusqu'à présent.

Passant maintenant aux conchifères de l'ordre des *Dimyaires*, nous pouvons établir que, tandis que plus de deux cents espèces ont été découvertes dans les strates carbonifères, leur nombre est réduit à vingt-six dans le système permien. Le genre *Modiola* est très répandu en Russie et en Angleterre. Dans la première contrée, notre *Modiola Pallasii* est un aussi bon indicateur de l'âge des roches, où elle se rencontre, que le *Productus Cancrini*.

Le genre *Axinus* (1), si abondant dans le magnesian limestone, et si particulier à cette roche, a son représentant russe dans l'*A. rossicus* Nob.

Le nombre des *Monomyaires*, qui s'élève à environ soixante-quinze à l'époque carbonifère, est réduit à seize dans le système qui nous occupe, et quinze lui sont propres. Le genre *Avicula* y est à peu près aussi important que le genre *Modiola* dans les dimyaires. Il contient huit espèces, toutes de petite taille, et généralement lisses. Les plus connues dans l'Europe occidentale sont : l'*Avicula keratophaga*, Schl., l'*A. antiqua* Munst. et l'*A. speluncaria*. Cette dernière, très inéquivalve, a une forme gryphoïde et ressemble infiniment au type russe, l'*A. Kazanensis*. L'*Avicula antiqua*, que nous avons nous-mêmes trouvée dans le calcaire carbonifère de Vitegra et de Mala-Jaroslavetz, entre Kalouga et Moscou, est la seule espece qui soit commune aux deux systèmes supérieurs du terrain paléozoïque.

Les *Gastéropodes* paraissent avoir éprouvé une très grande diminution au commencement du système permien, et n'avoir pas trouvé, pendant sa durée, de conditions favorables à leur développement ; car si nous mettons de côté sept petites espèces de *Turbo* et de *Rissoa*, trouvées, jusqu'à présent, dans une seule localité près de Manchester (2), le nombre des gastéropodes connus en Angleterre, en Allemagne et en Russie, dans des roches de

(1) M. King, ayant observé que la coquille permienne nommée *Axinus* par Sowerby, différait essentiellement de l'*Axinus* tertiaire qui a servi de type pour l'établissement du genre, propose, pour la première, le nom de *Schizodus*. Voir sa monographie sus-mentionnée.

(2) Ce dépôt est décrit par M. Binney, *Transact. Soc. geol. Manchester*, 1er vol., et les coquilles sont déterminées par M. Brown.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

cet âge, ne s'élève qu'à quinze espèces, tandis qu'on en connaît deux cent vingt-cinq dans le système carbonifère. A l'exception de trois, ces quinze espèces sont presque toutes nouvelles. Ajoutons que le petit nombre des individus, dans chaque espèce, n'est pas moins remarquable que le petit nombre des espèces elles-mêmes.

Les *Céphalopodes*, dont les divers genres, tels que Goniatites, Nautiles et Orthocératites, offrent plus de 160 espèces durant la période carbonifère, furent presque entièrement anéantis au commencement de l'ère permienne. Au moins, nonobstant les recherches les plus actives, nous a-t-il été impossible de découvrir la plus légère trace de Goniatite ou d'Orthocératite dans les immenses contrées permiennes de la Russie; le seul échantillon de Céphalopode que nous y ayons trouvé est un fragment de Cyrtocératite dans le calcaire de Schidrova près d'Ustvaga. On peut citer en Allemagne un Nautile figuré par M. Geinitz (1), et en Angleterre quelques fragments d'un Nautile, auquel M. King rapporte l'Ammonite indéterminée dont M. Sedgwick a parlé dans son mémoire sur le magnesian limestone. Maintenant, si l'on suppose que le fragment que nous avons trouvé en Russie appartient à un Nautile plutôt qu'à une Cyrtocératite, les Céphalopodes seraient réduits dans le terrain permien à un genre unique très peu répandu.

Le décroissement remarquable des Céphalopodes à la fin de l'ère paléozoïque n'est pas un fait sans parallèle dans la série des périodes géologiques; car, après que ces animaux se furent reproduits avec profusion et sous un grand nombre de formes nouvelles dans les terrains triasique, jurassique (2) et crétacé, nous

(1) *Neues Jahrb. Leonh.*, 1841, pl. XI, fig. 1. Le professeur Sedgwick vient de découvrir un nautile dans les roches siluriennes inférieures de Bala (North-Wales). Ce genre, qui vit encore, a donc traversé toute la série des terrains; mais il est assez curieux d'observer qu'à la première époque de son apparition, c'est-à-dire dans les roches siluriennes, il n'était représenté, comme à présent, que par une ou deux espèces.

(2) Les récentes recherches de M. Alcide d'Orbigny l'ont conduit à croire que la fin de la période jurassique a beaucoup d'analogie avec la terminaison des époques paléozoïque et crétacée, quant à la notable diminution du nombre des coquilles chambrées. Il ne connaît dans le *portland rock* que 3 espèces d'ammonites, nombre qui fait contraste avec la prodigieuse quantité de ces animaux, d'un côté, dans le lias, ou l'oolite inférieure et moyenne, et de l'autre, dans les assises inférieures ou moyennes du terrain crétacé.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

remarquons, vers la fin de cette dernière époque, une seconde et semblable disparition du plus grand nombre des Céphalopodes testacés.

Si les découvertes futures et une connaissance plus approfondie de la zoologie de ces temps reculés ne viennent pas contredire les résultats que semblent indiquer les faits déjà observés, ne devrait-on pas reconnaître, dans ce grand et intermittent phénomène, l'action d'une loi générale, dont la cause est et sera longtemps pour nous un mystère?

Mais, hâtons-nous de le dire, nous sommes loin de vouloir tirer des conclusions trop larges de matériaux encore incomplets et insuffisants, et la grande quantité d'espèces que l'on découvre chaque jour dans les roches paléozoïques nous tient en garde contre le danger de formuler des lois zoologiques trop générales; cependant notre confiance dans les principaux résultats auxquels nous sommes arrivés se fonde ici sur cette considération, que peu de dépôts ont été mieux et plus soigneusement étudiés que le zechstein et le kupferschiefer des Allemands ou le magnesian limestone des Anglais; et, comme l'activité des collecteurs modernes a peu ajouté à ce que l'on connaissait déjà des débris organiques de ces roches, nous croyons être en droit de raisonner sur le caractère général de la faune de cette époque; nous le croyons d'autant plus, enfin, qu'en traversant le vaste bassin de la Russie, occupé par des couches contemporaines, nous avons rencontré le même groupe de fossiles et les mêmes espèces, à la vérité souvent très rares, mais disséminées depuis l'embouchure de la Petchora et le pays des Samoïèdes vers la mer Glaciale, jusqu'au S. d'Orenbourg, ou sur un espace d'environ 16 à 18 degrés de latitude (1).

Si nous étendons notre revue de la faune permienne aux animaux d'une classe plus élevée, nous nous apercevons que les *Trilobites* y manquent entièrement. Schlotheim seul a parlé d'un fragment de Trilobite dans les schistes cuivreux de la Saxe; mais

(1) Nous venons d'apprendre, par une lettre de notre ami le comte de Keyserling, que, dans une expédition qu'il a faite l'été dernier avec M. Krusenstern, pour déterminer la géographie, la structure géologique et les productions naturelles des contrées situées entre la Dvina, la Petchora et l'Oural, il a retrouvé les strates permiennes sur les plateaux qui séparent ces deux rivières, les vallées étant recouvertes de dépôts jurassiques et postpliocènes. Il a découvert en outre une chaîne de montagnes basses, appelées dans le pays les monts Timaus, de 40 à 50 verstes

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

le comte de Munster s'est assuré que ce prétendu crustacé est un ichthyolithe appartenant à son genre *Janassa*. L'entière disparition de ces êtres si caractéristiques des plus anciennes formations est un de ces phénomènes auxquels nous attachons une grande importance. Dans l'étude de la succession des couches paléozoïques, nous voyons ordinairement que la disparition d'une race est régulièrement annoncée par la diminution graduelle du nombre de ses représentants pendant les époques précédentes. Ainsi en est-il des Trilobites. Elles apparaissent parmi les premières formes de la création et ayant leur maximum de développement dans la période silurienne; elles décroissent sensiblement dans les couches devoniennes, et sont réduites, dans les dépôts carbonifères, à quelques petites espèces, dont M. Portlock a fait ses genres *Griffithides* et *Phillipsia*. Ici se présente à nous un de ces admirables liens, par qui tout s'enchaîne dans la nature, et dont les strates qui constituent l'écorce du globe nous offrent tant d'exemples; car, au moment où s'éteint pour toujours une famille destinée à ne plus jamais reparaître, elle est remplacée par d'autres crustacés, les *Limulus*, qui se montrent pour la première fois dans les couches houillères, et qui sont représentés dans notre système permien par la grande et remarquable espèce jusqu'ici propre à la Russie, le *Limulus oculatus* Kutorga. A la différence des Trilobites, les *Limulus* ont survécu à toutes les nombreuses révolutions qui ont suivi leur création, et quelques unes de leurs espèces, assez éloignées, il est vrai, des types primitifs, existent encore de nos jours.

Quelque défavorables que les circonstances semblent avoir été en Europe, durant la période permienne, pour l'existence de certains mollusques, ainsi que pour les Trilobites, elles ne s'opposèrent pas à la propagation des vertébrés aquatiques. Les *Poissons* qui, à partir des roches siluriennes inférieures, se développent de plus en plus dans les périodes devonienne et carbonifère, se maintiennent en proportion considérable par rapport aux autres classes dans la faune permienne. Ils sont représentés par 16 genres renfermant 43 espèces, toutes, à l'exception d'une seule, propres

---

de largeur, qui, se dirigeant, à partir des sources de la Vitchegda, vers le N.-N.-O., forme la limite orientale des dépôts permiens, et est séparée de l'Oural par la dépression où coule la Petchora. Dans la contrée située entre cette rivière et l'Oural, comme dans l'Oural même, les roches permiennes n'existent pas, tous les dépôts sédimentaires y étant des dépôts paléozoïques inférieurs, associés avec les granites, et des roches éruptives et métamorphiques.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

aux dépôts permiens. Cette unique exception est le *Palæoniscus Freieslebeni* Ag., qui a été découvert à Ardwick, près de Manchester, dans la partie la plus supérieure du terrain houiller (1). Ainsi donc, tandis que les Poissons, considérés comme classe, se propagent à travers toute la période dont nous nous occupons, nous voyons dans la présence de cette unique espèce commune à deux terrains, et trouvée dans un seul district, la confirmation de cette loi, généralisée par les recherches de M. Agassiz, que ces vertébrés servent à marquer avec une extrême précision l'âge des dépôts dans lesquels ils se rencontrent, et offrent à peine quelques exemples d'espèces qui aient vécu au-delà de la durée des mers et des sédiments particuliers où elles avaient pris naissance.

Enfin, l'époque permienne est surtout remarquable, comme étant la plus ancienne dans laquelle les travaux des géologues aient jusqu'à présent démontré l'existence de la grande classe des *Sauriens*, appelée plus tard à jouer un si grand rôle dans l'époque secondaire, et représentée, dans les premiers temps de la création, par les sauriens Thécodontes, *Palæosaurus* et *Protorosaurus*. Ce fait remarquable, que l'on peut placer en parallèle, pour ainsi dire, avec l'anéantissement des Trilobites, indique l'action incessante de cette loi d'amélioration et de partielle modification dans le règne animal, dont les effets sont lents et successifs, et paraissent être souvent indépendants, particulièrement en Russie, de ces grandes révolutions physiques qui ont affecté la surface de notre planète.

Après avoir étudié la faune permienne dans son ensemble, et avoir fait ressortir les rapports par lesquels elle se lie à celle de l'époque précédente, il est maintenant nécessaire de la considérer sous un autre point de vue et de rechercher la nature des modifications qu'elle éprouve dans des régions géographiques distantes. Dans le premier cas, nous l'avons suivie dans le *temps*, et nous avons comparé la totalité de la faune d'une période avec celle qui l'avait précédée. Il nous faut maintenant l'étudier dans *l'espace* ou dans son extension horizontale, pour comparer ses différentes parties l'une avec l'autre, les fossiles de Russie avec ceux de l'Europe occidentale, et pour voir si les déductions zoologiques confirment le parallélisme que nous établissons entre le vaste bassin permien de la Russie et les dépôts plus circonscrits associés au zechstein et au magnesian limestone de nos contrées.

Ce qui frappe tout d'abord, lorsque l'on compare la faune et la flore permienne de la Russie avec celles du reste de l'Europe,

(1) *Silurian system*, p. 89.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

c'est la concordance qui non seulement existe dans l'ensemble des êtres et dans le phénomène de diminution de la vie animale, mais qui se maintient encore jusque dans les classes et les familles. Il existe et il doit exister pourtant certaines différences. Les mers vastes et étendues nourrissent ordinairement des animaux plus variés en espèces que les mers ou bassins très circonscrits, et nous en avons encore de nos jours des exemples dans les faunes de la mer Caspienne ou de la mer Noire comparées à celles de la Méditerranée ou de l'Océan; s'il en fallait rechercher les causes, peut-être les trouverions-nous dans la variété des conditions vitales qui se développent là où de grands courants échangent les productions de contrées éloignées et diversifient le climat.

On conçoit donc que la vaste mer permienne de Russie, bien que pauvre en êtres organisés (1) comparativement aux mers précédentes, ait dû cependant être plus riche que les mers étroites, et peut-être séparées, qui recouvraient alors quelques parties de l'Allemagne, de la France et de l'Angleterre.

En effet, la liste des espèces que nous avons découvertes en Russie forme à peu près le tiers de l'ensemble de la faune permienne; ce qui est considérable, si l'on réfléchit: 1° à la nature nécessairement rapide de notre voyage, destiné à tracer la distribution générale des terrains plutôt qu'à en rechercher longuement et minutieusement les fossiles; et 2° à l'absence presque complète de collecteurs locaux dans les contrées permiennes (2).

Le nombre des fossiles permiens trouvés jusqu'à ce jour en Russie, et que de nouvelles recherches ne tarderont pas sans doute à augmenter, est de 53; et nous disons qu'aucune des listes isolées, dressées soit en Allemagne, soit en Angleterre, ne s'élève

(1) Nous avons parcouru des provinces entières sans rencontrer un seul fossile dans les couches permiennes; les marnes rouges et les calcaires tufacés du gouvernement de Vologda, de la Dvina supérieure, de la Suchona, des plateaux entre Ustiug et Viatka, des bords du Volga au-dessus et au-dessous de Nijni-Novgorod, ne paraissent pas contenir de restes organiques.

(2) Notre ami le major Wangenheim von Qualen est la seule personne de notre connaissance qui, résidant dans le cœur de la région permienne, se soit lui-même occupé d'en recueillir les fossiles. C'est à lui que l'on doit la découverte des sauriens décrits par M. Fischer de Waldheim, et nous venons d'apprendre qu'il a trouvé tout récemment un squelette assez bien conservé d'un de ces animaux. Le colonel Falkner, à Jugosk-Zavod, près de Perm, a aussi collecté quelques plantes.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

encore aussi haut. Pour en juger, jetons un instant les yeux sur les ouvrages qui ont spécialement traité ce sujet.

Schlotheim (1), qui le premier appela l'attention sur les restes organiques de ces dépôts, n'en décrivit que 15 espèces.

Le professeur Sedgwick (2), dans son mémoire sur le magnesian limestone du nord de l'Angleterre, indique 33 espèces distribuées de la manière suivante : Poissons 8 ; Céphalopode (un fragment), Coquilles 22, dont 8 seulement sont déterminées ; Rétépores 2.

M. Quenstedt (3), dans une excellente comparaison des fossiles du zechstein de la Thuringe avec ceux du magnesian limestone d'Angleterre, énumère 10 poissons, 16 coquilles, 1 encrinite et 4 coraux.

M. Kurtze (4) et le professeur Germar (5), en décrivant les restes organiques du Kupferschiefer du Mansfeld, nous ont fait connaître 8 à 10 poissons ; les autres espèces de cette classe ont été décrites par le professeur Agassiz ou par le comte de Munster (6).

MM. Binney et Brown (7) ont reconnu 17 espèces de fossiles, presque microscopiques, dans les marnes rouges de Manchester, que nous considérons comme étant de cet âge.

Enfin la liste des fossiles du zechstein de la Saxe, récemment publiée par le docteur Geinitz (8), renferme 11 poissons, 1 nautile, 7 gastéropodes, dont 3 seulement sont déterminés, 8 conchifères, 11 brachiopodes, 1 encrine et 5 coraux, en tout 41 espèces.

Le nombre des espèces que nous avons collectées en Russie s'élève, ainsi que nous venons de le dire, à 53, sur lesquelles 32 sont propres à la Russie ; parmi les 21 qui restent, 16 sont connues dans le zechstein d'Allemagne ou dans le magnesian limestone d'Angleterre, et 5 seulement paraissent être absolument identiques avec des espèces appartenant en Europe à des systèmes

(1) *Denkschriften der Mün. akad*, 1817, vol. VI.

(2) *On the geolog. relations*, etc. ; *of the magnes. limest.* (*Transact. geol. Soc. of London*, 2nd series, vol. III, part 1, 1829.

(3) *Uber die identität der petrificate der Thuringischen, und Englischen zechstein.* (*Wiegm. Archiv.*, 1839. p. 79-89, pl. I.)

(4) *Kurtze* : *Commentatio de Petrefactis quæ in Schisto bituminoso Mansfeldensi reperiuntur. Hallæ*, 1839.

(5) *Germar* ; *die Versteinerungen der Mansfelder Kupferschiefers. Halle*, 1840.

(6) Agassiz, poissons fossiles ; Munster, *Beitrage. Heft*, 1, 3, 5 et 6.

(7) *Transactions of the Manchester geolog. Society*, 1841, vol. I.

(8) *Gœa von Sachsen.* (*Dresden und Leipzig*, 1843.)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

plus anciens. Si nous analysons les 16 espèces communes au système permien de la Russie et au reste du continent, nous reconnaîtrons que 4 d'entre elles existaient déjà pendant la période carbonifère ; si à ces 4 espèces on ajoute les 5 sus-mentionnées, qui, en Russie, sont propres aux dépôts permiens, tandis qu'elles sont identiques avec les formes carbonifères des autres pays, nous arrivons à ce résultat que parmi 21 espèces permiennes communes à la Russie et à l'Europe occidentale, 9 ont vécu pendant les deux grandes époques carbonifères et permiennes. Il est très important de faire remarquer ici que l'on n'obtient un nombre aussi considérable d'espèces communes à deux systèmes qu'en comparant la faune d'une contrée à celle de l'Europe entière, car si nous limitions nos regards à la Russie, nous verrions que la proportion des espèces communes aux systèmes carbonifère et permien est la même que celle que nous avons trouvée pour l'ensemble de ces deux faunes en Europe, et que, dans tout ce vaste empire, 3 espèces seulement sur 53 descendent des dépôts permiens dans le système carbonifère, en sorte que 50 espèces peuvent être considérées comme y étant caractéristiques du système permien, bien qu'elles ne le soient pas lorsqu'on embrasse une plus grande portion du globe. Ces résultats prouvent qu'il existe un rapport nécessaire entre le plus ou le moins de durée des espèces sur la terre et leur extension ou propagation à travers de lointaines contrées, et confirment d'une manière remarquable cette loi déjà annoncée dans un mémoire sur les fossiles devoniens, savoir : « *que les espèces qui sont trouvées dans un grand nombre de localités et dans des pays éloignés sont presque toujours celles qui ont vécu pendant la formation de plusieurs systèmes successifs.* (1) »

Passons maintenant rapidement en revue les espèces trouvées en Russie, afin de les comparer dans chaque classe avec celles des autres parties de l'Europe, et de mettre dans tout son jour la contemporanéité des dépôts qui les renferment, avec ceux auxquels nous avons cru devoir les assimiler.

L'étude des Poissons fossiles semble nous enseigner, ainsi que nous l'avons dit plus haut, que les fossiles sont d'autant plus caractéristiques qu'ils sont plus élevés dans le règne animal ; mais la réciproque de cette proposition n'est pas tout-à-fait aussi absolue, et il ne faut peut-être pas admettre sans réserve que les fossiles placés au bas de l'échelle animale ne peuvent servir

(1) D'Archiac et de Verneuil, *Trans. geol. Soc.*; *London*, 2nd series, vol. VI, p. 335.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de *criterium* utile pour reconnaître l'âge des dépôts. De l'existence de polypiers semblables, dans des roches siluriennes et devoniennes (1), il a été déduit que, sous certaines conditions, ces êtres peuvent vivre durant un très grand laps de temps; mais, d'après les espèces permiennes que M. Lonsdale a pu examiner, cette règle ne paraît pas devoir se confirmer ici, ainsi que nous l'avons déjà dit. Quoi qu'il en puisse être, remarquons, à l'égard de la nature de ces polypiers, qu'ils appartiennent, en Russie, comme dans l'ouest de l'Europe, principalement au genre *Fenestella*.

Quant aux Brachiopodes, sur 20 espèces trouvées en Russie, 8 sont propres à ce pays, et 12 sont déjà connues ailleurs. Ces 12 espèces sont ainsi distribuées : 2, les *Terebratula pectinifera* et *plica* appartiennent exclusivement au zechstein de l'Europe occidentale; 3, savoir : les *Spirifer*, *cristatus*, la *Terebratula elongata* et la *Lingula mytiloïdes*, y sont communes au zechstein et aux dépôts plus anciens; 1, la *Tereb. Schlotheimi*, se rencontre dans les roches carbonifères de la Russie et dans le zechstein de l'Allemagne et de l'Angleterre; enfin 5 autres, les *Terebratula Roissyi* et *concentrica*, *Spirifer hystericus*, *Chonetes sarcinulata* et *Productus Cancrini*, sont propres dans l'ouest aux formations sous-jacentes ou carbonifères. Quant au *Spirifer undulatus*, il n'est cité en Russie que par M. Fischer.

La comparaison de ces 12 espèces de Brachiopodes avec celles de l'Europe occidentale paraît, au premier coup-d'œil, laisser indécise la question de savoir quelle place dans la série géologique on doit assigner aux dépôts permiens de la Russie; mais, sans même quitter l'ordre des Brachiopodes, la considération de l'ensemble des espèces montre un degré de parallélisme, dans les modifications qu'elles ont éprouvées dans les deux pays, qui exclut toute espèce de doute. Le *Productus horrescens*, par exemple, quoique distinct du *P. horridus*, est évidemment l'analogue de cette coquille si caractéristique du zechstein; et la disparition, en Russie comme dans le reste du continent, de tous les grands *Productus* carbonifères longitudinalement striés, leur remplacement par de petites espèces épineuses, aussi bien que la diminution frappante du nombre des *Orthis*, établissent clairement la contemporanéité de strates accumulées à de grandes distances

(1) Voir la description, par M. Lonsdale, des coraux siluriens et devoniens, dans le *Silurian System* de M. Murchison, et aussi dans les *Transactions géologiques*, 2nd series, vol. V, p. 734; vol. VI, p. 227, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les unes des autres, mais sous l'influence de lois organiques analogues.

Les Dimyaires présentent 11 espèces permiennes en Russie, dont 8 sont propres à ce pays, et 3 au reste de l'Europe. Parmi les coquilles de cette classe, le genre *Modiola* est le plus abondant, ce qui se trouve en harmonie complète avec les traits distinctifs du système dans les autres contrées.

Les Monomyaires sont moins nombreux et sont représentés en Russie par 7 espèces, dont 4 sont propres à cet empire, et 3 sont déjà connues dans nos pays. Ces trois espèces appartiennent toutes au genre *Avicula*, qui, en Russie comme dans toutes les autres régions où règne le même système, offre quelques petites espèces lisses, et est surtout riche en individus. Parmi les plus caractéristiques, nous pouvons citer l'*Avicula Kazanensis*, qui semble remplacer l'*A. speluncaria* d'Allemagne.

Les Gastéropodes ne présentent rien de particulier, si ce n'est le petit nombre de leurs espèces, ce qui est conforme avec ce que nous avons déjà remarqué dans la faune permienne en général. Il en est de même des Céphalopodes et des Trilobites, car l'extrême rareté des uns et l'entière absence des autres sont complétement d'accord avec les faits européens.

Le petit nombre de poissons énumérés jusqu'ici en Russie (3 espèces) pourrait d'abord paraître contraster avec ce qui a été observé ailleurs; mais nous devons dire que c'est plutôt au défaut de recherches suffisantes ou au manque de descriptions qu'à la non-existence de ces êtres qu'il faut attribuer la pauvreté de notre liste. Nous n'avons visité d'ailleurs qu'une seule des localités (Kargala) où les débris de poissons sont associés aux ossements de sauriens; mais les échantillons que nous avons vus provenant de Menselinsk, du district de Bielebei et des environs d'Orenbourg (dont les meilleurs sont déposés dans le Muséum du Corps des Mines à Saint-Pétersbourg), nous ont convaincus qu'il existe réellement un assez bon nombre de poissons dans les couches permiennes de ce pays (1).

(1) Plusieurs poissons fossiles ont été rapportés, par le baron de Humboldt et ses compagnons Rose et Ehrenberg, des grès cuprifères de Verschni Moulinsk, près de Perm, et ils sont déposés dans le Muséum royal de Berlin, où nous les avons vus. Ils sont mentionnés, par M. Gustave Rose, dans la *Description du voyage de M. de Humboldt*, vol. I, p. 117; l'un d'eux nous a paru peu différent du *Palæoniscus catopterus* Ag.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Enfin se montrent les Sauriens, et leur apparition simultanée aux deux extrémités du continent européen est une des meilleures preuves que les lois qui, dans les époques anciennes, présidaient à l'apparition des nouvelles classes d'animaux, exerçaient leur influence sur de vastes territoires, sinon sur toute la surface du globe.

Ce développement synchronique des principaux phénomènes de la nature organique nous paraît une démonstration véritable de la contemporanéité des vastes dépôts permiens de la Russie avec ceux que nous leur comparons, à savoir : le rothe todte liegende, le kupferschiefer, le zechstein et la partie inférieure du bunter sandstein ou grès vosgien de M. Élie de Beaumont. Le nombre des espèces russes identiques avec celles de nos contrées est à peu près celui que nous devions nous attendre à trouver dans cette partie reculée de l'Europe, où ces dépôts non séparés les uns des autres par des chaînes de roches anciennes, ni brisés par des masses éruptives, constituent peut-être le dépôt le plus vaste et le plus continu qui ait encore été soumis aux investigations des géologues.

Flore du système permien. — Dans les grès et conglomérats cuivreux qui surmontent les calcaires fossilifères, c'est-à-dire vers la partie supérieure du système permien, se rencontrent, en diverses localités, des plantes assez nombreuses que nous avons soumises d'abord, en Angleterre, à M. Morris, qui les a fait graver pour notre description géologique de la Russie, et qui a désiré, ainsi que nous, connaître l'opinion de M. Ad. Brongniart. Cette grande autorité en botanique fossile a reconnu, d'après la forme de leurs feuilles, les genres et les espèces suivants : 1° *Nevropteris salicifolia* Fisch.; 2° *N. tenuifolia* Ad. Br.; 3° *Odontopteris Strogonovii* Morris (*Adiantides*, *id.* Fisch.); 4° *Od. permiensis* Ad. Br.; 5° *Od. Fischeri* Ad. Br. (*Adiantites pinnatus* Fisch.); 6° *Pecopteris Wangenheimi* Ad. Br. (*Nevropteris*, *id.* Fisch.); 7° *P. Gœpperti* Morris; 8° *Sphenopteris lobata* Morris; 9° *Sp. erosa* Morris; 10° *Sp. incerta* Morris (*Hymenophyllites*, *id.* Fisch.); 11° *Nœggerathia cuneifolia* Ad. Br. (*Sphenopteris*, *id.* Kutorga); 12° *N. expansa* Ad. Br.; 13° *Calamites gigas* Ad. Br.; 14° *C. Suckowii* Ad. Br. (1); 15° *Lepidodendron elongatum* Ad. Br. M. Brongniart termine de la manière suivante ses observations sur les espèces :

(1) Toutes ces espèces seront décrites et figurées dans notre *Description géologique de la Russie.*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

« Si, après avoir passé en revue tous les échantillons du système » permien que j'ai pu examiner par moi-même et ceux sur les- » quels les figures donnaient des indications suffisantes, nous com- » parons cet ensemble de plantes, encore très peu nombreuses, » aux flores des périodes géologiques les plus voisines, nous re- » marquons :

» 1° Qu'il y a deux ou trois espèces qui paraissent identiques » avec des plantes du terrain houiller : les *Neuropteris tenuifolia*, » *Lepidodendron elongatum*, *Calamites Suckowii*;

» 2° Que les autres espèces, au nombre de douze, n'ont, jus- » qu'à ce jour, été observées dans aucun autre terrain, ni terrain » houiller, ni grès bigarré, ni keuper;

» 3° Que tous les genres sont ceux du terrain houiller, et que, » jusqu'à ce jour, les *Lepidodendron*, *Nœggerathia* et *Odontopteris*, » n'ont été observés que dans la formation houillère. Les vrais » *Neuropteris* paraissent aussi rarement s'étendre au-delà;

» 4° Qu'aucune de ces plantes fossiles n'est comparable à celles » du terrain de grès bigarré, et que l'absence des conifères carac- » téristiques de ce terrain (les *Voltzia*) indique une différence très » notable entre la flore permienne et la flore du grès bigarré;

» 5° Que, botaniquement, le terrain permien diffère peu du » terrain houiller, et que les plantes qui y sont renfermées parais- » sent être la suite d'une végétation de même nature;

» 6° Que les plantes fossiles peu nombreuses, contenues dans les » schistes du zechstein d'Allemagne (1), étant, pour la plupart, » des plantes marines, sont nécessairement fort différentes de celles » du terrain permien. »

---

(1) Les espèces de plantes, au nombre de 10 à 12, qui ont été trouvées dans le Kupferschiefer, ou les bancs arénacés associés au zechstein d'Allemagne, sont principalement des fucoïdes, et ont été appelés *Caulerpites*. Selon M. Brongniart, les seules plantes terrestres de ces dépôts en Allemagne, sont le *Tæniopteris Eckardti* Germar, et un *Nevropteris*, mentionné par Nauman. (Voyez Geinitz, *Gæa von Sachsen.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

LISTE DES ANIMAUX FOSSILES DU SYSTÈME PERMIEN EN EUROPE.

NOTA. Les syllabes Sil., Dev., Carb. et Perm., et les lettres S., D., C., P., après les localités, sont des abréviations de systèmes Silurien, Devonien, Carbonifère et Permien. — Les lettres R. et E. indiquent, l'une que l'espèce appartient à la Russie, et l'autre qu'elle a été trouvée dans les autres parties de l'Europe. — Les localités russes sont imprimées en italique. — Les lettres M. S. KING se rapportent à une monographie des fossiles du Magnesian limestone d'Angleterre, que va publier M. King, curateur du muséum de Newcastle-upon-Tyne. — Les mots *posteà*, part. III, et tab. nost., ont rapport à l'ouvrage que nous préparons sur la Russie.

N°	GENRES ET ESPÈCES.	AUTEURS ET SYNONYMIE.	TERRAIN PALÉOZOÏQUE.				LOCALITÉS.	OBSERVATIONS.
			Sil.	Dev.	Carb.	Perm.		
	POLYPIERS.							
	Scyphia.....	Goldf.						
1	— nouv. espèce.....	King, MS.....	.....	.....	.....	E.	Humbleton près Sunderland (K.)*.	
	Petraia?.....	Münst.						
1	— nouv espèce.....	King, MS.....	.....	.....	.....	E.	Ibid (K.).	
	Cyathophyllum	Goldf.						
1	profundum.....	Germar, Geinitz, N. Jahrb. 1842, p. 579. tab. 10. f. 14 *a*.	.....	.....	.....	E.	Ilmenau, Mansfeld (G).....	Admis sur l'autorité de Geinitz.
	Anthophyllum?.....	Goldf.						
1	— incrustans.....	Lons. *posteà*, pt. iii.....	.....	.....	.....	R.	*Ust-Vaga*, *Kirilof* (De V.).	
	Tubuliclidia.....	Lons.						
1	— spinigera.....	Lons. *posteà*, pt. iii.....	.....	.....	.....	R. E. ?	*Ust-Vaga*, *Orenburg*, *Ilchegulova*, *Itschalki* (De V.); *Grebeni* (De V.), Humbleton?	

* Dans la classe des polypiers, les localités sont accompagnées de leurs autorités, M. Lonsdale n'ayant pu voir lui-même les échantillons cités dans chacune d'elles. De V. signifie de Verneuil, G. Geinitz, Gf. Goldfuss, K. King, M. Murchison, S. Sedgwick, Sc. Schlotheim.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
2	Tubuliclidia crassa..	Lons. *posteà*, pt. iii.....	...	.....	.....	R.	*Ust-Vaga* (De V.).	
	Aulopora.....	Goldf.						
1	— nouv. espèce.....	King, MS.....	.....	.....	.....	E.	Humbleton (K.).	
	Fenestella.....	Miller.						
1	— anceps.....	Lons. *posteà*, pt. iii. *Ceratoph. id.* Schl. Mün. Ak. vi. pl. 2. f. 7; *Gorgonia id.* Goldf. tab. 36. f. 1; Schl. Syst. Verg. Pet. Samml. p. 19; Quenstedt, Wiegm. Archiv, 1835, p. 92; Geinitz, N. Jahrb. 1841, p. 641; and Gæa von Sachsen, p. 98.	.....	.....	.....	E.	Glücksbrunn (Sc. Gf.); Konitz (G.K.); Pœsneck, Kamsdorf, Corbusen, Schwaara, et Dinz près Gera (G.); Humbleton (K.).	
2	— antiqua.....	*Gorgonia id.* Goldf. p. 98; Geinitz, Gæa v. Sachs. p. 98; Kutorga Verh. M. G. Petersb. 1842. pl. 6. f. 6.	E.	E.	R.?	E.	Dudley, S.; Eifel, et Devonshire? D. (Gf. P.); *Oural*, C. (Gf.); *Sterlitamak*, C. (De V.); Kœnitz, Kamsdorf, etc. P. G.	Introduite ici comme espèces du Zechstein sur l'autorité de Schlotheim.
3	— ? dubia.....	*Gorgonia id.* Schl. Mün. Ak. vi. pl. 2 f. 4; pl. 3. f. 1. (*Enerinites ramosus*, pl. 4. f. 16.) *Gorgonia id.* Goldf. pl. 7 f. 1; Quenstedt, Wiegm. Archiv. 1835, p. 91; Geinitz, Gæa v. Sachs 1843, p. 98.	E.	E	.....	E.?	Glücksbrunn (Sc. Gf.); Konitz, Pœsneck, Corbusen (G.).	
4	— flustracea.....	*posteà*, pt. iii.; *Retepora id.* Phillips, Geol. Trans. 2nd series, iii. p. 120 pl. 12. f. 8; *Gorgonia infundibuliformis?* Goldf. tab. 10 f. 1 *a* (*exclusis aliis*).	....	.....	...	E.	Humbleton (S. K.); Kœnitz (K. G.); Glücksbrunn (Gf. G.); Pœsneck (G.).	

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
5	F. infundibuliformis.	*posteà*, pt. iii.; *Gorgonia id.* Goldf. pl. 36. f. 2 *a* (*exclusis aliis*).	.....	.....	.....	R.	*Oural*? (Gf.), *Ilchegulova*, *Tchagestrova* sur la *Dwina* (De V.).	
6	— ramosa.....	*posteà*, pt. iii. *Hornera*? *id.* King, MS.	.....	.....	.....	E.	Humbleton (K.).	
7	— retiformis.....	*posteà*, pt. iii. *Escharites id.* Schloth. Mün. Ak. vi. pl. 1. f. 1, 2; *Eschara id.* Schloth. Syst. Verz. Pet. Samml. p. 19; *Gorgonia infundibuliformis* Goldf. pl. 36. f. 2, *b. c.*; Quenstedt, Wiegm. Archiv, 1835. p. 89; Geinitz, Gæa v. Sachsen, p. 98.	.....	.....	.....	R. E.	Glücksbrunn (Sc. Gf. G.); Kœnitz, Pœsneck (G.); *Itschalki*; *Grebeni* (De V.).	
8	— virgulacea.....	*posteà*, pt. iii. *Retepora id.* Phillips, Geol. Trans. 2nd series, iii. p. 120. pl. 12. f. 6, 7.	.....	.....	.....	E.	Humbleton (S. K.).	
	ECHINODERMES.							
	CRINOÏDES.							
1	Encrinites.....	Mill.						M. King a trouvé à Humbleton une espèce non décrite de Cidaris.
	— ramosus.....	Schl. Beitr. pt. ii. pl. 2. f. 8; pl. 3. f. 9, 15; Geinitz, Gæa v. Sachsen. p. 98; *Cyath. planus*, Miller, p. 86.	.....	.....	E.	E.	Bristol, Irlande, C.; Glücksbrunn, Kamsdorf, Pœsneck, Mansfeld, Humbleton, P.	
	CONCHIFÈRES.							
	BRACHIOPODES.							
	Terebratula.....	Brug.						

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
1	Terebrat. elongata..	Schl. (non Sow.) Pet. pl. 20. f. 2; Nachtr. 20 f. 2; id. Mün. Akad. vol. vi. pl. 7. f. 7; V. Buch, Ub. Ter. p. 106; Geinitz, Gæa v. Sachs. p. 97; Rœmer Verst. des Harz. pl. 5 f. 18, 19, 20; *T. Qualenii* Fisch. Bull. de Moscou, 1842, p. 466; id. Kutorga, 1842, Verh. M. G. St. Pétersb. p. 26. pl. 6. f. 2; *T. hastata*? Phill. (non Sow.) Pal. Foss. pl. 35. f. 168; Tab. nost. IX. f. 9 *a*, *b*, *c*, *d*.	.....	E.	E.	R. E.	Grund, Harz; Newton Bushel ? D. ; Yorksh. C. ; Schmerbach, Glücksbrunn, Corbusen, Pœsneck, Humbleton, *Itschalki*, *Nikefur*, *Santangulova*, 2 verstes de la *Dioma*, *Tchelpan*, *Yemangulova*, embouchure de la *Sakmara* près *Orenbourg*, *Ilchegulova*: rivière *Suchona*, P.	=T. *lata*, *complanata*, *intermedia*, Schl., Mün. Ak. vol. vi. pl. 7. f. 12-14. (selon M. Geinitz.)
2	— id. var.....	T. plica, Kutorga, 1842, Verh. M. G. St. Pétersb. p. 26. pl. 5. f. 11.	.....	.....	R.	R. E.	*Sterlitamak*, C.; *Kirilof*, Humbleton, Corbusen, P.	Variété avec un sinus dorsal. Un semblable sinus existe quelquefois selon M. de Buch dans la *T. elongata*.
3	— sufflata.....	Schl. Mün. Ak. vi. pl. 7. f. 10, 11; Mém. Soc. Géol. Fr. vol. iii. pl. 19. f. 12 *bis*.	.....	.....	.....	E.	Glücksbrunn, Schmerbach, Humbleton.	Voisine de la variété précédente.
4	— concentrica.....	V. Buch. Ub. Tereb. et Mém. Soc. Géol. Fr. vol. iii. p. 216. Tab. nost. VIII. f. 15.	....	R. E.	....	R.	Eifel, Boulonnais, lac *Ilmen*, D.; *Nikefur*, P.	
5	— Roissyi.....	Bull. Soc. Géol. Fr. vol. xi. pl. 3. f. 1 *b*, *c*, *d*; *Sp. id.* L'Eveillé, Mém. Soc. Géol. Fr. vol. ii. pl. 2. f. 18-20; De Kon. Foss. Belg. pl. 20. f. 1. pl. 21. f. 1.	.....	.....	E.	R.	Tournay, C.; *Kirilof*, *Arzamas*, P.	

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
6	Terebr. pectinifera..	*Atrypa. id.* Sow. Min. Conch. vol. vii. pl. 616 ; Tab. nost. VIII. f. 16 *a*, *b*.	.....	.....	.....	R. E.	*Kirilof*, *Tioplova*, *Bielebei*, Humbleton.	Cette espèce est très voisine de la *T. Thurmanni*.
7	— Geinitziana.....	nob. Tab. nost. X. f. 5 *a*, *b*.....	.....	.....	.....	R.	*Shidrova* ; rivière *Suchona*...	
	— inflata ?.....	Schl.....	.....	.....	.....	.....	Schmerbach, Ropsen.....	Ces 3 espèces sont mentionnées mais non décrites dans la traduction allemande du Manuel géologique de De La Bèche par M. Dechen.
	— paradoxa ?.....	idem.....	.....	.....	.....	.....	ibid.	
	— pygmæa ?.....	idem.....	.....	.....	.....	.....	Leimstein.	
8	— lacunosa ?.....	Von Buch, Ter. p. 49; Zieten, pl. 41. f. 5 ; Geinitz, Gæa von Sachsen, p. 96.	.....	.....	.....	E. ?	Ilmenau (Geinitz), Humbleton (V. Buch).	Nous croyons que cette espèce jurassiq. n'a jamais été trouvée dans le Zechstein.
9	— superstes.....	nob. Tab. nost. VIII. f. 5 *a*, *b*, *c*, *d*, *e*.	.....	.....	.....	R.	*Kirilof*.	
10	— Schlotheimii.....	Tab. nost. VIII. f. 4 *a*, *b*, *c*, *d*, *e* ; *T. lacunosa*. Schl. Mün. Ak. vol. vi. pl. 8. f. 15-20 ; *T. Schlotheimii*, de Buch, Mém. Soc. Géol. Fr. vol. iii. pl. 14. f. 7 ; Geinitz, Jahrb. Min. 1841, p. 640 ; id. Gæa v. Sachsen, p. 96.	.....	.....	R.	E.	*Sterlitamak*, *Sarana*, C. ; Humbleton, Schmerbach, Ilmenau, Corbusen, Kœnitz, Gera, P.	M. King propose pour cette espèce et la précédente un nouveau genre qu'il nomme *Camerophoria*.
	Spirifer.....	Sow.						

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	S il.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
1	Spirifer undulatus...	Sow. Min. Conch. 562. f. 1; *Ter. alatus*, Schl. Min. Tasch. VII. pl. 2 f. 1, 3, 9; Petref. p. 250: Quenst. Wiegm. Arch. 1835, p. 79; V. Buch, Üb. Delth. p. 37; Gein. Gæa v. Sachsen, p. 97.	.....	.....	.....	R.? E.	Midderidge, Humbleton, Gera, Rœpsen, Kœnitz; Schmerbach; *Bielebei* ? (Fisch. Bull. Mosc 1842, p. 466).	
2	— multiplicatus.....	Sow. Geol. Tr. 2nd ser. t. iii. p. 119.	.....	.....	.....	E.	Humbleton.....	
3	— hystericus?.....	Schl. Pet. p. 249. pl. 29. f. 1: De Kon. Foss. Belg. p. 236. pl. 15. f. 3; *Delthyris micropterus*, Goldf.	E.	E.	E.	R. ?	Kaysersteinel, S.; Eifel, D., Tournay, C.; *Kirilof?* P.	
4	— cristatus.....	Schl. Mün. Ak. 1817, t. vi. pl. 1. f. 3; *S. octoplicatus*, Sow. Min. Conch. 562. f. 2, 3; V. Buch, Uber Delth. p. 39. et Mém. Soc. Géol. Fr. pl. 8. f. 9; Gein. Gæa v. Sachsen, p. 97; De Kon. Foss. de Belg. p. 240. pl. 15. f. 5.	.....	.....	E.	R. E.	Derbyshire, Visé, C.; Glücksbrunn, Kœnitz, Ilmenau, Humbleton, *Arzamas*, *Itschalki*, P.	
5	— curvirostris.....	nob. Tab. nost. VI. f. 14 *a*, *b*.....	....	.....	.....	R.	*Kirilof.*	
6	— Blasii.....	nob. Tab. nost. VI. f. 9 *a*, *b*, *c*, *d*..	.....	.....		R.	*Kirilof.*	
7	— rugulatus*.....	Kutorga, 1842, Verh. M. G. St. Petersb. p. 22. pl. 5. f. 5.	.....	.....		R.	*Santangulova*, distr. de *Bielebei.*	
8	— ind. spec.....	Tab. nost. VI. f. 13.....	.....	.....	.....	R.	*Santangulova.*	
	Orthis.....	Dalm.						

* Outre ces sept espèces, plusieurs autres *Spirifer* ont été cités dans le Zechstein, mais sans aucuns détails, tels que le *S. minutus*, Sow.; (Sedgwick, *Geol. Trans.*, vol. 3, p. 119); le *S. multicostatus*, Dechen (Geinitz, Gæa von Sachsen). Il est très douteux que le *S. trigonalis* ait jamais été réellement trouvé dans le Zechstein, quoiqu'il soit mentionné dans la traduction allemande du *Manuel de De La Bèche.*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
1	Orthis pelargonata...	Ter. id. Schl. Mün. Ak. vi. pl. 8. f. 21-24; *O. Laspii*, V. Buch, Mém. Soc. Géol. Fr. iv. p. 210.	.....	.....	.....	E.	Rœpsen (V. Buch), Kœnitz (Dechen), Schmerbach (Quenstedt).	Aff. *O. crenistria.*
2	— Wangenheimi....	nob. Tab. Nost. XI. f. 5 *a*, *b*.....	.....	.....	.....	R.	*Grebeni.*	
3	— excavata	Geinitz, N. Jahrb. für Min. 1842, p. 578. pl. 10. f. 12, 13; Gein. Gæa v. Sachsen, p. 97.	.....	.....	.....	E.	Altenburg près Pœsneck ...	Cette coquille, que nous n'avons pas vue, paraît avoir, selon la description, une valve ventrale concave et pourrait être un *Leptæna.*
	Chonetes	Fischer.						
1	— sarcinulata	Ter. id. Schl. 1820, Petref. p. 256. pl. 29. f. 3; *O. striatella*, Dalm.; id. His. Leth. Suec. 20. f. 7; *Lept. lata.* V. Buch, Berl. Akad. 1828, pl. 3. f. 1 et 2; *Orthis Hardrensis*, Phill. Pal. Fos. 60. f. 104.	R. E.	E.	R. E.	R.	Ludlow, Ems, Daun, Prüm, Gothland, *Pokroi*, S.; Berry, Pomeroy, Eifel D.; Hardrow, Yorkshire, Tournay; *Vitegra, Dwina, Donetz*, C.; environs de *Bakhmut*, P.	
	Productus.....	Sow.						
1	— horridus	Sow. Min. Conch. pl. 519. f. 1; *Pr. calvus*, pl. 569. f. 2-6; *Gryphites aculeatus*, Schl. Min. Taschb. vii. pl. 4. f. 1, 2, 3; *Pr. id.* Quenstedt, Wiegm. Arch. 1835, pl. 1. f. 2; Bronn. Leth. pl. 3. f. 1, 2; Gein. Jahrb. 1841, p. 640; id. Gæa v. Sachsen, p. 97; *P. Hoppii*, Kœn. Icon. Fos. Sect. pl. 9. f. 108.	.....	.....	.....	E.	Glücksbrunn, Eisenach, Kamsdorf, Ilmenau, Rœpsen, Schmerbach, Humbleton, Durham.	
2	— horrescens	nob. Tab. nost. XVIII. f. 1 *a*, *b*, *c*, *d*; *P. calva*, Kutorga (non Sow.), Verh. M. G. St. Pétersb. p. 17. pl. 5. f. 1.	.....	.....	.....	E.	*Ust Vaga, Kirilof, Krasnoborsk, Nikefur*, plusieurs localités dans le district de *Bielebei.*	

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
3	Productus Cancrini..	nob. Tab. nost. XVIII. f. 7. et XVI. f. 8 *a*, *b*, *c*; De Kon. Fos. Belg. p. 179. pl. 9. f. 3; Fisch. Bull. Moscou, 1842, p. 466; *P. spinosus.* Kutorga *loc. cit.* p. 18. pl. 5. f. 2. (non Sow.)	.....	.....	E.	R.	Visé, C.; *Arzamas*, *Itschalki*, *Kniaspavlova*, *Ustlon* et *Sviask* près Kasan, *Kliutziski*, *Kidash*, *Nikefur*, *Ilchegulova*, *Meteftamak*, *Grebeni*, P.	Ces deux espèces ont une petite *Area* comme dans les *Productus horrescens* et *subaculeatus*.
4	— Leplayi.....	nob. Tab. nost. XVI f. 4 *a*, *b*.....	.....	....	.....	R.	*Bielagorskaia* près *Bakhmut*.	
5	— Morrisianus.....	*Strophalosia Morrisiana*, King (MS.)..	.....	.....	.. ..	E.	Humbleton.....	
6	— spiniferus**.....	*Strophalosia spinifera*, King (MS.)....	.....	.....	....	E.	Humbleton.....	
	Lingula.....	Brug.						
1	— mytiloides.....	Sow. Min. Conch. pl. 19. f. 1, 2; Portlock, Rep. Londond. p. 444. pl. 32. f. 7.	.....	..,...	E.	R.? E.	Wolsingham, Co. de Durham, Tyrone, C.; Thickley, *Cleveline* sur la *Tcheremsham*, P.	L'espèce russe se rapproche de la *L. parallela* Phill.
	Orbicula.....	Lam.						
1	— ? speluncaria.....	Schl. De La Bèche, Manuel, édition allemande, p. 459.	.....	.....	.....	E.	Glücksbrunn.....	Corps très douteux.
	DIMYAIRES.							
	Solemya.....	Lam.						
1	— biarmica.....	nob. Tab. nost. XIX. f. 4 *a*, *b*.....	.....	.....	.....	R.	*Kniaspavlova* près *Barnukova*; *Gorodok* sur la *Tchussowaya*; *Karla*, district de *Bielebei*.	
	Allorisma.....	King (MS.).						
1	— elegans.....	King (MS.).....	.....	.....	.....	R.? E.	*Arzamas*; Humbleton.	
	Osteodesma.....	Deshayes.						

** Les *P. rugosus*, Schl.; *antiquatus*, Sow.; *spinosus*, Sow., et *longispinus*, id., sont cités dans l'édition allemande du *Manuel de De La Bèche* comme trouvés dans le Zechstein; mais des observations plus exactes semblent prouver qu'elles n'y existent pas.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
1	Osteodesm. Kutorgana Unio	nob. Tab. nost XIX. f. 9	. . .	. . . . .	. . . . .	R.	*Arzamas*, *Sergiesk*, *Nikefur*.	Persuadé que l'*Axinus* du magnesian limestone diffère essentiellement de l'*Axinus angulatus* du London clay, M. King, propose le nouveau nom générique de *Schizodus*.
1	— umbonatus	Brug. Fischer, 1840, Bull. de la Soc. des Nat. de Moscou, p. 489; Tab. nost. XIX. f. 10.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	R.	*Karla*, district de *Bielebei*.	
2	— esp. indét.	Kutorga, 1842, Verh M. G. St. Petersb. p. 27. pl. 6. f. 4; *Unio acuta*, Sow. Fisch. *loc. cit.*	. . . . .	. . . . .	. . . . .	R.	*Do.* *do.*	
	Axinus	Sow. *partim*. *Schizodus*, King. (MS.)	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	
1	— obscurus	Sow. Min. Con. pl. 314	. . . . .	. . . . .	. . . . .	E.	Garforth près Leeds.	
2	— parallelus	King (MS.)	. . . . .	. . . . .	. . . . .	E.	Côte entre Shields et Sunderland.	
3	— truncatus	King (MS.)	. . . . .	. . . . .	. . . .	E.	Humbleton.	
4	— Schlotheimi	*Cucullæa id.* Geinitz, N. Jahrb. 1841, p. 638. pl. 11. f. 6; *Tellinites dubius*, Schl. Mün. Ak. vi. pl. 6. f. 4, 5; Gæa von Sachsen, p. 96.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	E.	Eisenach, Glücksbrunn, Gera	Des échantillons donnés par M. Geinitz nous ont convaincu que sa *Cucullæa Schlotheimi* avait le même appareil dentaire que l'*Axinus Rossicus*.
5	— Rossicus	nob. Tab. nost. XIX. f. 7 *a*, *b*.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	R.	*Itschalki*, *Kliutziski* sur le Volga 30 verstes au-dessous de *Kazan*, *Cleveline* sur la *Tcheremsham*.	
6	— rotundatus	Brown, Manch. Trans. vol. i. pl. 6. f. 29.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	E.	Newtown près Manchester.	
7	— parvus	id. ibid. p. 65. pl. 6. f. 30	. . . . .	. . . . .	. . . . .	E.	ibid.	
8	— undatus	id. ibid. pl. 6 f. 31	. . . . .	. . . . .	. . . . .	E.	ibid.	
9	— pusillus	id ibid. pl. 6. f. 32	. . . . .	. . . . .	. . . . .	R.? E.	ibid. *Cleveline*.	

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nº	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
10	Axinus minimus	(*Lucina minima*) id. ibid. pl. 6. f. 33..	.....	.....	.....	E.	ibid.	
	Nucula.....	Lam.						
1	— Kazanensis.....	nob. Tab. nost. XIX. f. 14.....	.....	.....	.....	R.	*Sviask.*	
2	— Vinti.....	King (MS.) *Astarte*, Sedgw. Trans. Geol. Soc. 2nd series, vol. iii. p. 119.	. ...	.....	.....	E.	Whitley, Durham.	Identique avec la *Cucullæa sulcata*, Geol. Tr. 2nd ser. vol. iii. p. 119.
	Arca.....	Linn.						
1	— tumida.....	Sow. M.C. pl. 474. f. 3.....	....	.....	.....	E.	Durham, Humbleton.	
2	— antiqua.....	(Münst.) Goldf. pl. 122. f. 8; *Myt. striatus*, Schl. Mün. Ak. vol. vi. pl. 6. f. 3.	.....	.....	.....	E.	Glücksbrunn.	
3	— Kingiana.....	nob. pl. XIX. f. 11.....	.....	.....	.....	R.	*Ilchegulova.*	
	Mytilus.....	Linn.						
1	— acuminatus.....	*Mod. id.* Sow. Geol. Tr. 2nd ser. iii. p. 119; *Myt. Hausmanni*, Goldf. pl. 138. f. 4.	.....	.....	.....	E.	Humbleton, Durham, couches inférieures de Gera, Schwarzfeld.	
2	— septifer	King (MS.).....	.....	.....	.....	E.	Durham.	
	Modiola.....	Lam.						
1	— Pallasi.....	nob. Tab. nost. XIX. f. 16, *a—k*....	.....	.....	.....	R.	*Arzamas, Itschalki, Barnukova, Ustlon, Kliutziski, Sergiesk, Tchistopol, Ilchegulova, Nikefur, Grebeni, Tchelpan, Tchagestrova* sur la *Dwina.*	
2	— costata.....	(*Arca costata*) Brown, Manch. Tr. vol. i. pl. vi. f. 34, 35; *Pleurophorus costatus*, King (MS.).	.....	.....	.....	R. E.	*Itschalki;* Humbleton, Newtown près Manchester, Yorkshire, Neustadt?	M. King propose le nouveau genre *Pleurophorus* pour ces deux fossiles.
3	— modioliformis....	*Pleurophorus modioliformis*, King (MS.)	.....	.....	.....	E.	Humbleton	
	Pinna.....	Linn.						
1	— prisca.....	Laspe, Münst. 1839, Beitr. heft 1. p. 45. pl. 4. f. 4; Gein. Gæa von Sachsen, p. 96.	.....	.....	.....	E.	Glücksbrunn, Merzenberge près Gera, Neustadt.	

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm	Localités.	Observations.
	MONOMYAIRES.							
	Avicula.....	Lam.						
1	— speluncaria.....	Quenst. Wiegm. Arch. 1835. pl. 1. f. 1; Gein. N. Jahrb. 1841. p. 639; *Gryphites id.* Schl.; *A. gryphœoides*. Sow. Geol. Tr. 2nd series, p. 119; Omal. d'H. Préc. Elém. de G. 1845.	.....	.....	.....	R.? E.	Roschitz, Kœnitz, Pœsneck, Glücksbrunn; *Arzamas?*	
2	— keratophaga.....	Quenst. Wieg. Arch. 1835, p. 86; *Mytil. keratoph*, Schl. Mün. Ak. vi. pl. 5. f. 2; Goldf. pl. 116. f. 6; Gein. N. Jahrb. 1841, p. 639; aff. to *A. lunulata*, De Kon. Gæa von Sachs. p. 96.	.....	.....	.....	R.E.	Glücksbrunn, Kœnitz, Pœsneck, Kamsdorf, Humbleton, *Ustlon*, *Kargala*.	Selon M. King, ces deux coquilles ont deux impressions musculaires bien définies.
3	— antiqua.....	Münst. Goldf. 116. f. 7; (non Goldf. 160. f. 9.)	.....	.....	R.	R. E.	*Mala Jaroslavetz, Mary's Canal*, C.; Glücksbrunn, Humbleton; *Tioplova, Kliutziski, Pinega, Barnukova.*	
4	— Kazanensis.....	nob., *posteà*, pt. iii.....	.....	.....	.....	R.	*Ustlon* près *Kazan, Sergiesk*...	Voisine de l'*A. speluncaria.*
5	— sericea.....	nob., *posteà*, pt. iii.....	.....	.....	.....	R.	*Ustlon* près *Kazan, Arzamas.*	
6	— inflata.....	Brown, Manch. Trans vol.i. p. 65. pl. 6. f. 25, 26.	.....	.....	.....	E.	Newtown près Manchester.	
7	— Binneyi.....	id. ibid. pl. 6. f. 27.....	.....	.....	.....	E.	ibid.....	
8	— discors.....	id. ibid. pl. 6. f. 28.....	.....	.....	.....	E.	ibid.....	
	Gervillia.....	Defr.						
1	— ? tumida.....	King (MS.).....	.....	.....	.....	E.	Humbleton.	
2	— esp. indét.....	Gein. N. Jahrb. 1841, p. 639. pl. 11, f. 2.	.....	.....	.....	E.	Altenburg, Sommeritz, etc.	
	Pecten.	Linn.						

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
1	Pecten pusillus.....	*Pleuronectes pusillus*, Schl. Mün. Ak. vi. pl. 6. f. 6.; *Lima pusilla*, Quenst. Wieg. Arch. 1835, p. 81.	.....	.....	.....	E.	Glücksbrunn, Humbleton.	
2	— Koksharofi.....	nob., *posted*, pt. iii.....	.....	.....	.....	R.	*Shidrova*.	
3	— esp. indét.....	Sow. Geol. Trans. 2nd series, iii. p. 120.	.....	.....	.....	E.	Humbleton.	
	Spondylus.....	Lam.						
1	— Goldfussii.....	Münst. 1839, Beitr. heft. 2. p. 44. pl. 4. f. 3; Gein. Gæa von Sachsen, p. 96.	.. ..	.....	.....	E.	Rœpsen près Gera; Corbusen.	
	Ostrea.....	Linn.						
1	— matercula.....	nob., *posted*, pt. iii.....	.....	.....	.....	R.	*Itschalki*.....	Cette *Ostrea*, quand nous l'avons découverte, était la plus ancienne que l'on connût.
2	— ? pusilla.....	King(MS.).....	.....	.....	.....	E.	Côte entre Shields et Sunderland.	
	MOLLUSQUES.							
	GASTÉROPODES.							
	Melania.....	Lam.						
	— plus. esp. indét...	Phill. (MS) Geol. Tr. 2nd s. vol. iii. 118.	.....	.....	.....	E.	Hawthorn hive, Durham.	Pendant que nous écrivons, M. de Koninck en a trouvé une autre espèce dans le calcaire carbonifère de Belgique.
	Natica.....	Adanson.						
1	— minima.....	Brown, Manchester Trans. vol. i. pl. 6. f. 22, 23, 24.	.....	.....	... .	E.	Newtown, Humbleton.	
2	— esp. indét.....	Voisine de la précédente.....	.....	.....	.....	R.	*Itschalki*, *Ilchegulova*.	
	Euomphalus.....	Sow.						
1	— planorbites.....	Münst. (Collect. du Dr. Schmidt à Jena); Gein. Gæa v. Sachsen. p. 94.	.....	.....	.....	E.	Kamsdorf.	
	Pleurotomaria.....	Defr.						
1	— carinata.....	Phill. G. Yorks. ii. pl. 15. f. 1.; *Heliæ id.* Sow. Min. Conch. pl. 10.	.....	.....	E.	E.	Settle, Yorkshire; Castle Isl., Irlande, C.; Humbleton, P. (King).	

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
2	Pleurotomaria penea.	nob., *posteà*, pt. iii.	.....	.....	.....	R.	*Arzamas*, *Kliutziski*, *Metefta-mak* sur la *Dioma*.	
3	– nodulosa.....	King. (MS.).....	.....	.....	.....	E.	Humbleton.	
	Trochus.....	Linn.						
1	— antrinus.....	Schl. Mün. Ak. pl. 7. f. 6. (*Trochilites*).	.....	.....	.....	E.	Glücksbrunn.	
2	— helicina.....	*Trochil. helic.* Schl.; Quenst. Wiegm. Arch. 1835; *Turbo hel.* Gein. Jahrb. 1841, p. 658; *Troch. id.* Gein. Gæa v. Sach. 95.	.....	.....	.....	E.	ibid., Altenburg.....	Cette coquille nous paraît être un *Pleurotomaria*.
	Turbo.....	Linn.						
1	— Mancuniensis.....	Brown, Manch. Tr. vol. i. pl. 6. f. 1, 2, 3.	.....	.....	.....	E.	Newtown, Humbleton.	
2	— minutus.....	Brown, ibid. p. 6. f. 4, 5.....	.....	.....	.....	E.	Newtown.	
3	— esp. indét.....	Gein. Gæa v. Sachsen, p. 95.....	.....	.....	.....	E.	Saara, Zehma, Sommeritz près Altenburg.	Petite et conique.
	Macrocheilus.....	Phill.						
1	— symmetricus.....	King MS.).....	.....	.....	.....	E.	Humbleton.	
	Loxonema	Phill.						
1	— rugifera.....	Phill. Pal. Foss. pl. 38. f. 188; *Melania id.* Ph. Geol. Yorks., ii. pl. 16. f. 26.	.....	E.	E.	E. ?	Brushford, D.; Otterburn, *Valdai*, C.; Humbleton ? (King MS.). P.	
2	— ? Urei.....	*Turritella Urei*, Flem. Brit. Anim. p. 305; Ure Ruth. pl 14. f. 7.	.....	.....	E.	E. ?	Lanarks C.; Humbleton ? (King MS.), P.	
	Turritella.....	Lam.						
1	— biarmica.....	Kutorga, Verh. M. G. St. Pétersb. 1842, p. 28. pl. 6. f. 3.	.....	.....	.....	R.	District de *Bielebei*, *Itschalki*.	
	Murchisonia.....	D'Arch. et De V., Bull. S. G. de Fr. xii. p. 154.						
1	— subangulata.....	nob., *posteà*, pt. iii.....	.....	.....	.....	R.	*Itschalki*, *Arzamas*, *Kliutziski*, *Tchistopol*, *Nikefur*.	
	Rissoa.....	Fréminville.						

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
1	Rissoa pusilla.....	Brown, Manchester Trans. vol. i. p. 63. pl. 6. f. 6, 7, 8.	.....	.....	.....	E.	Newtown près Manchester.	
2	— Leighii.....	Brown, Manch. Tr. vol. i. p. 63. pl. 6. f. 9, 10, 11.	.....	.....	.....	E.	Newtown près Manchester.	
3	— minutissima.....	id. ib. pl. 6. f. 12, 13, 14.....	.....	.....	.....	E.	ibid.	
4	— Gibsoni.....	id. ib. pl. 6. f. 15, 16, 17.....	.....	.....	.....	E.	ibid.	
5	— obtusa.....	id. ib. pl. 6. f. 19, 20. 21.....	.....	.....	.....	E.	ibid. Silksworth. Co. de Durham.	
	CÉPHALOPODES.							
	Nautilus.....	Linn.						
1	— Freieslebeni.....	Gein. N. Jahrb. 1841, p. 637. pl. 11. f. 1; id. Gæa v. Sachsen, p. 95.	.....	.....	.....	E.	Gera, Ilmenau.	
2	— esp. indét.....	nob.....	.....	.....	.....	R.	*Shidrova* sur la *Dwina*.....	Peut-être un fragment de *Cyrtoceratites*.
1	Ammonites? (fragm.)	Sow. Geol. Tr. 2nd Ser. iii. p. 118...	.....	.....	.....	R. ?	.....	Ce fragment appartient à un *Nautilus* (King).
	ANNÉLIDES.							
	Serpula.....	Linn.						
1	— esp. indét.....	Geinitz, N. Jahrb. 1841, p. 638; id. Gæa v. Sachs. p. 95.	.....	.....	.....	E.	Corbusen, Altenburg.	
2	— traces indét.....	Sow. Geol. Trans. 2nd Ser. vol. iii. p. 118.	.....	.....	.....	E.	Humbleton; côte entre Shields et Sunderland.	
	CRUSTACÉS.							
	Limulus.....	Müll.						
1	— oculatus.....	Kutorga, Beitr. z. Kenntn. des Kupfers. der Ural, 1838, p. 22. pl. 4. f. 1, 2, 3.	.....	.....	.....	R.	*Gouvernement de Perm.*	
	Cytherina.....	Lam.						
1	— esp. indét.....	nob.....	.....	.....	.....	R.	*Rapolnaia* près la rivière *Sylva*; *Akbash* près *Bugulma*; *Viasniki*.	

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
	POISSONS.							
	CESTRACIONTES.							
	Janassa.....	Münst.						Le *Janassa Humboldti* Münst. heft, 1, p. 116, est probablement une simple variété.
1	— angulata.....	Münst. Beitr. heft 1. 1839, p. 46 et 114. pl. 4. f. 1, 2; id. heft 3. pl. 3. f. 5; Kurtze. Comm. p. 20; Gæa v. Sachsen, p. 95.	.....	.....	.....	E.	Glücksbrunn, Eisleben, Richelsdorf.	
2	— bituminosa.....	Münst. heft 1. p. 116; Schl. Nachtr. 2nd part. pl. 22. f. 9; Gæa v. Sachsen.	.....	.....	.....	E.	Schmerbach, Richelsdorf...	*Trilobites bituminosus* (Schl.) var. de la *J. angulata* (Geinitz).
3	— dictea.....	Münst. heft 1. 1842; heft 5. p. 39. pl. 15. f. 10-16.	.....	.....	.....	E.	Richelsdorf.	
	Dictea.....	Münst.						
1	— striata.....	Münst. Beitr. heft 3. p. 124. pl. 3. f. 1 et 2. pl. 8. f. 3-10; id. 1842. heft 5. pl. 51: *Acrodus larva*, Agas. vol. 3 pl. 22. f. 23-25.....	.....	.....	.....	E.	Richelsdorf, Thalitter.	
	Wodnika.....	Münst.						
1	— striatula.....	Münst. Beitr. heft. 6. p. 48. pl. 1. f. 1 *a-d.*	.....	.....	.....	E.	Richelsdorf.	
	Byzenos.....	Münst.						
1	— lati-pinnatus.....	Münst. Beitr. heft 6. p. 50. pl. 1. f. 2...	.....	.....	.....	E.	Richelsdorf.	
	Radamas.....	Münst.						
1	— macrocephalus...	Münst. Beitr. heft 6. p. 52. pl. 14. f. 1.	.....	.....	.....	E.	Richelsdorf.	
	Strophodus.....	Agass.						
1	— arcuatus.....	Münst. Beitr. heft 3. 1840, p. 123. pl. 3. f. 7. pl. 8. f. 11. heft 6. p. 50. pl. 1. f. 3.	.....	.....	.....	E.	Richelsdorf.	
	Acrodus.....	Agass.						
1	— Althausi.....	Münst. Beitr. heft 3. pl. 8. f. 5. pl. 3 et 4. f. 6.	.....	.....	.....	E.	ibid.	

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nº	Genres et espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
	Gyropristis.....	Ag.						
1	— obliquus.....	Ag. 3. p. 177.....	.....	.....	.....	E.	près Belfast.	Ichthyodorulite.
	LEPIDOIDES.							
	Palæoniscus.....	Agass.						
1	— Freieslebeni.....	Ag. Poiss. Foss. v. 2. p.66. pl. 11 et 12 ; Germ. Verst. d. Mansf. p. 12. f. 9-14 ; Kurtze, Commentatio, 1839, p. 12 ; Knorr. 1755, p. 17-19 ; *Synon. Ichthyolitus Eislebenensis, Palæothrissum æquilobum*, Huot ; *Palæot. blennioïdes*, Holl. ; *Acipenser bituminosus*, Germ. *Palæon. Freieslebeni*, Blainv. ; *Palæot. macrocephal.*, Blainv. ; *Clupea Lametherii*, Blainv.	.....	.....	E.	E.	Ardwick, C. ; Mansfeld, Hesse.	Selon M. Germar, son *P. megacephalus* n'est peut-être qu'une variété de cette espèce, à tête large et déprimée.
2	— macropomus.....	Ag. Poiss. Foss. v. 2.p.81. pl. 9, f.6, 7.	.....	.....	.....	E.	Ilmenau.	
3	— magnus.....	Ag. v. 2. p. 78, pl. 13 and 14; Germ. Verst. p. 18 ; Kurtze, Comm. p. 13.	.....	.. ..	.....	E.	seld.	
4	— comtus.....	Ag. v. 2. p. 97. pl. 10 *b*. f. 1-3 ; *Paleot. magnum*, *P. macrocephalum* Blainv. Geol. Tr. 2nd ser. iii. pl. 8. f. 1, 2. pl. 9. f. 2.	.....	.....	.....	E.	E. Thickley ; Ferry Hill, Co. de Durham ; Darlington ; Clarence railway ; west bolden ; Witley ; Rushyford.	
5	— elegans.....	Ag. 2. p. 95. pl. 10 *b*. f. 4, 5 ; *Palæot. id.* Sedgw. Geol. Tr. 2nd ser. iii. pl. 9. f. 1.	.....	.....	.....	E.	E. Thickley ; Midderidge, Co. de Durham ; Darlington.	
6	— glaphyrus.....	Ag. 2. p. 98. pl. 10 *c*. f. 1, 2.....	.....	.....	.....	E.	E. Thickley ; Ferry Hill.	
7	— longissimus.....	Ag. Poiss. Foss. 2. p. 100. pl. 10 *c*. f. 4.	.....	.....	.....	E.	Ferry Hill; Houghton; w. Bol.	
8	— macrophthalmus..	Ag. 2. p. 99. p. 10 *c*. f. 3.....	.....	.....	.....	E.	E. Thickley ; Darlington.	

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
9	Palæon. Tchefkini*..	Fisch. Bull. Nat. de Moscou, 1842, pl. 4.	.....	.....	.....	R.	District de *Bielebei*, *Steppe* de *Kargala*.	
10	— lepidurus.....	Ag. 2. p. 64. pl. 10. f. 3, 7, 8, 9.....	.....	.....	.....	R. E.	Scharfeneck, comté de Glatz, Ottendorf, Silesia.	
11	— Vratislaviensis....	Ag. v. ii. p. 60. pl. 10. f. 1, 2, 4, 5, 6 .	.....	.....	.....	E.	Neudorf, Ruppersdorf, Silesia.	
12	— catopterus.....	Ag. Poiss. Foss. et Proc. Geol. Soc. vol. ii. p. 206.	.....	.....	.....	E.	Rhone Hill, Irlande.....	Nous considérons le grès rouge de Rhone Hill comme l'équivalent des roches de Silésie dont nous avons parlé plus haut.
	Tetragonolepis.....	Fisch.						
1	— Murchisoni.....	Fisch. Bull. de Moscou, 1842, p. 463..	.....	.....	.....	R.	*Troitsk*.	
	Platysomus.....	Ag.						
1	— gibbosus.....	Ag. 2. p. 164. pl. 15; Germ. Verst. d. M. p. 25; Kurtze, Comm. p. 22: *Stromateus gibbosus*, Blainv.; *Strom. angulat.* Germ.; *Rhombus diluvian.*, Wolfarth	.....	.....	.....	E.	Mansfeld; Richelsdorf.	
2	— rhombus.....	Ag. 2. p. 167. pl. 16; Germ. *l. c.* p. 26; Kurtze, p. 24; Knorr. p. 1. pl. 20. f. 1; *Stromateus major*, Blainv.; *Strom. Knorri*, Germ.; *Rhombus diluv.*, Wolfarth.	.....	.....	.....	E.	Mansfeld.	
3	— macrurus.....	Ag. 2. p. 170. pl. 18. f. 1. 2; Geol. Tr. 2nd ser. iii. pl. 12. f. 1, 2.	.....	.....	.....	E.	E. Thickley.	
4	— parvus.....	Ag. 2. p. 170. p. 18. f. 3; Geol. Tr. Ist. ser. iv. pl. 2.	....	.....	.....	E.	Low Pallion, Northumberland	

* Trois espèces, très probablement appartenant à ce genre, ont été trouvées dans la Steppe de Kargala, près d'Orenbourg, et sont maintenant dans la collection du Corps des mines à Saint-Pétersbourg.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nº	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
5	Platys. striatus.....	Ag. 2. p. 168. pl. 17. f. 1-4; Geol. Tr. 2nd ser. iii. pl. 12. f. 3, 4; *Uropteryx striatus* (Walchner).	.....	.....	.....	E.	Whitley; Durham (*Sedgw.*), East Thickley; Ferry Hill.	
6	— intermedius.....	Münst. Beitr. heft 5. 1842. p. 43.....	.....	.....	.....	E.	Richelsdorf.	
7	— Althausi.....	Münst. ibid. p. 44. pl. . f. 2.....	.....	.....	.....	E.	ibid.	
8	— Fuldai.....	Münst ib. p. 45. pl. 6. f. 1.....	.....	.....	.....	E.	ibid.	
	Dorypterus.....	Münst.						
1	— Hoffmanni.....	Germ. Münst. Beitr. 1842, heft 5. p. 35. pl. 14. f. 4.	.....	.....	.....	E.	Richelsdorf.	
	Saurodes.							
	Acrolepis.....	Ag.						
1	— Dunkeri.....	*Palæon. Dunkeri.* Germ. Verst. d. Mansf. p. 19. f. 1-5; Kurtze, Comm. pl. 1; Münst. Beitr. heft 5. p. 40; *Acr. asper*, Ag. Jahrb. 1841, p. 614; id. Gæa v. Sachsen, p. 94.	.. ..	.....	.....	E.	Mansfeld, Eisleben, Richelsdorf.	
2	— exculptus.....	Gein. Gæa v. Sachsen, p. 94; *Pal. exculptus*, Germ. *loc. cit.* p. 21. f. 6-8; Kurtze, ib. p. 19. pl. 2; Münst. Beitr. heft 5. p. 42. pl. 6. f. 2.	.....	.....	.....	E.	Mansfeld, Schmerbach.	
3	— Sedgwicki.....	Ag. 2. p. 11. pl. 52; Geol. Tr. 2nd ser. iii. pl. 3. f. 3.	.....	.....	.....	E.	Ferry Hill; East-Thickley.	
4	— angustus.....	Münst. Beitr. heft. 5. p. 40.....	.....	.....	.....	E.	Richelsdorf.	
5	— giganteus.....	Münst. Beitr. heft. 5. p. 41.....	.....	.....	.....	E.	Richelsdorf.	

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
6	Acrol. intermedius...	Munst. Beitr. heft. 5. p. 41.....	.....	.....	.....	E.	Richelsdorf.	
	Pygopterus.....	Ag.						
1	— Humboldti.....	Ag. 2. p. 10. pl. 54, 55 : Germ. Verst. d. M. p. 22 ; Kurtz. Comm. p. 25, *Esox Eislebensis*, Krüger ; Münst. Beitr. heft 5. p. 48. pl. 5. f. 1.	.....	.....	.....	E.	Mansfeld, Richelsdorf, Neudershausen, Glücksbrunn.	
2	— mandibularis	Ag. 2. p. 10. pl. 53 et 53 *a.*; Geol. Trans. 2nd ser. iii. pl. 10, 11 ; *Nemopteryx mandibularis* et *Sauropsis Scoticus* (Walchn).	.....	.....	.....	E.	Ferry Hill ; East-Thickley.	
	PYCNODONTES.							
	Globulodus.....	Münst.						
1	— elegans.....	Münst. Beitr. heft 5, 1842, p. 47. pl. 15. f. 7.	.....	.....	.....	E.	Richelsdorf.	
	CŒLACANTHES.							
	Cœlacanthus.....	Ag.						
1	— granulosus.....	Ag. 2. pl. 62.....	.....	.....	.....	E.	Ferry Hill ; East-Thickley.	
2	— Hassiæ.....	Münst. Beitr. heft 5. p. 49.....	.....	.....	.....	E.	Richelsdorf.	
	REPTILES.							
	Protorosaurus	Herm. v. Meyer						

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

n°	Genres et Espèces.	Auteurs et Synonymie.	Sil.	Dev.	Carb.	Perm.	Localités.	Observations.
1	Protor. Speneri.....	id. in Münst. Beitr. heft 5, p. 1. pl. 8. f. 1; *Monitor antiquus*, Holl; Mon. Foss. de Thur. Cuvier; Miscell. Berolinensia, 1710, p. 99; Link Act. Erudit. Lipsiæ, 1718, pl. 11; Gein. Gæa v. Sachs. p. 95.	.....	.....	.....	E.	Mansfeld, Glücksbrunn, Eisleben.	
	Thecodontosaurus...	Riley et Stutchb.						
1	— antiquus.....	Riley, Geol. Tr. 2nd ser. v. p. 349....	.....	.....	.....	E.	Redland près Bristol.	
	Palæosaurus.....	Riley et Stutchb.						
1	— cylindrodon.....	Riley, Geol. Tr. 2nd ser. v. pl. 29. f. 4..	.....	.....	.....	E.	ibid.	
2	— platyodon.....	id. Geol. Tr. 2nd ser. v. pl. 29. f. 5.. .	....	.....	.....	E.	ibid.	
	Rhopalodon.....	Fisch.						
1	— Vangenheimi.....	Fisch. Bull. Soc. d. Moscou, 1841, p. 460. pl. 7.	.....	.....	.....	R.	*Klutchefskoi* près la rivière *Dioma* (*Bielebei*), et mines de *Carlinski* près *Nijni Troisk*.	
	Brithopus.....	priscus } Kutorga, Beit. zur Kenntn.						
	Orthopus.....	primævus } Ural, 1838.....	.....	.....	.....	R.	*Gouvernement de Perm*.....	Ces trois genres ont besoin d'être examinés de nouveau.
	Syodon.....	biarmicum }						

Nota. Le tableau général des poissons fossiles, que vient de publier M. Agassiz, comprend trois espèces qui ne sont pas mentionnées dans notre liste, savoir : les *Palæoniscus speciosus* et *ornatus*? (Munst.), de Richelsdorf, et le *Pygopterus sculptus* (Agas.) de Ferry Hill, en Angleterre.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TABLEAU RÉSUMÉ DE LA FAUNE DU SYSTÈME PERMIEN EN EUROPE.

CLASSES.	Genres.	Nombre total des espèces en Europe.	Espèces exclusivement particulières au système permien en Europe.	Espèces trouvées dans des dépôts plus anciens.	Espèces trouvées en Russie.			
					a. Propres à ce pays.	Trouvées déjà ailleurs.		
						a'. A la fois dans le système permien et les systèmes plus anciens.	*b'.* Dans le système permien exclusivement.	*c'.* Dans les systèmes plus anciens exclusivement.
Polypiers	7	15	13	2	3	1 ?	2	»
Échinodermes	2	2	1	1	»	»	»	»
Conchifères. Ord. Brachiopodes	7	30	20	10	8	3	4	5
— Ord. Dimyaires	10	26	26	»	8		3	»
— Ord. Monomyaires	5	16	15	1	4	»	3	»
Mollusques. Ord. Gastéropodes	11	22	19	3	3	»	»	»
— Ord. Céphalopodes	1	3	3	»	1	»	»	»
Annélides	1	2	2	»	»	»	»	»
Crustacés	2	2	2	»	2	»	»	»
Poissons	16	43	42	1	2	»	»	»
Reptiles	4	5	5	»	1	»	»	»
Total	66	166	148	18	32	3 ou 4	12	5

Nous avons soumis à notre ami M. Agassiz un très petit nombre d'ichthyolithes permiens de Russie, et nous regrettons infiniment de terminer ce tableau sans pouvoir y ajouter les observations qu'il a promis de nous communiquer à cet égard.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Deshayes fait la communication suivante :

Observations sur les Rudistes.

J'ai déjà eu l'honneur d'entretenir la Société de mes observations sur la famille des Rudistes, de Lamarck; j'avais pensé que les divers mémoires que j'ai publiés à ce sujet en 1825 et en 1828, dans les *Annales des Sciences naturelles*, que j'ai reproduits depuis, soit dans le *Dict. class. d'hist. natur.*, soit dans l'*Encyclopédie*, avaient fait comprendre mes idées sur cette singulière famille ; mais je me suis aperçu dans plus d'une occasion que des personnes qui, après moi, ont parlé des Rudistes, n'ont pas compris leurs caractères tels que je suis parvenu à les restaurer. Cependant je croyais qu'il ne serait plus nécessaire de revenir sur mes opinions, et j'aurais abandonné à l'avenir le soin de les justifier, si je n'avais senti que l'appréciation des caractères des Rudistes avait besoin d'une nouvelle discussion, puisque M. Goldfuss a publié à leur sujet une opinion qui, pour être assez conforme à celle de Lamarck, ne doit pas moins être abandonnée, quoique présentée sous un nouveau jour.

Pour bien comprendre ce que j'ai à exposer, je dois rappeler brièvement comment j'ai été conduit à l'opinion que je défends encore aujourd'hui. Il faut commencer par établir un fait, c'est que les coquilles bivalves, excepté celles des Brachiopodes, sont composées de deux couches très distinctes : l'une, extérieure, colorée ; l'autre, intérieure, presque toujours blanche. Ces couches, dans la structure de la coquille, sont dans des rapports inverses, quant à leur épaisseur, et c'est ainsi qu'en coupant dans sa longueur la valve d'un Spondyle par exemple, on voit que la couche intérieure blanche est épaisse sous les crochets, mince au bord des valves, tandis que la couche extérieure est très mince aux crochets, et va en s'épaississant vers les bords. Il faut remarquer en passant que la charnière d'une coquille bivalve est comprise en totalité dans l'épaisseur de la matière blanche intérieure de la coquille. Si l'on veut réfléchir à cette structure, on verra qu'elle est le résultat nécessaire de l'accroissement ordinaire des coquilles bivalves, dont l'animal, en vieillissant, sécrète en dedans de son test des couches qui se superposent, et, par conséquent, s'épaississent, tandis que la couche extérieure, très mince dans le jeune âge, n'a pu être modifiée à mesure que l'animal a vieilli; mais a pris, sur les bords des valves, des proportions d'épaisseur, en relation avec le développement des organes. Lorsqu'on s'est fait

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

une idée juste de la structure d'une coquille bivalve, il est nécessaire encore d'établir un autre fait qui résulte pour moi de la différence de structure qui existe entre ces deux couches. Ce fait est aujourd'hui suffisamment prouvé, non seulement par le mémoire que j'ai publié sur le genre Podopside, mais encore par un grand nombre d'observations que j'ai eu occasion de faire sur d'autres genres. Ce fait peut se généraliser de la manière suivante : dans certaines couches de la terre, et particulièrement dans la craie, la couche intérieure des coquilles peut être dissoute, tandis que la couche extérieure ne subit point cette dissolution. Si l'on admet la possibilité de ce phénomène (et des faits nombreux prouvent qu'il est incontestable), il faut admettre aussi que les coquilles de la famille des Rudistes, qui se trouvent exclusivement dans la craie, ne sont point soustraites à cette règle générale d'une dissolution partielle de leur test.

Avant les travaux que j'ai entrepris sur la famille des Rudistes, Lamarck, se fondant sur une apparence de cloison dans les Hippurites, avait compris ce genre parmi les coquilles de Céphalopodes cloisonnés ; trompé aussi par d'autres apparences, Lamarck avait établi, pour le moule intérieur d'une Sphérulite, un genre particulier auquel il a donné le nom de Birostrite. Ces genres Sphérulite et Birostrite étaient compris par lui dans la famille des Rudistes, dans le voisinage des Cranies, et non loin de la famille des Ostracées. Je fis voir que les Hippurites n'étaient point des coquilles de Céphalopodes, et que, par leurs caractères, elles se rapprochaient des Sphérulites. M. Desmoulins, dans un travail considérable, accueillit mon opinion sur les Hippurites, et donna la preuve que le genre Birostrite de Lamarck n'est autre chose que le moule intérieur d'une Sphérulite. Une fois ce dernier fait établi, M. Desmoulins fit observer que le birostre d'une Sphérulite était beaucoup plus compliqué qu'on ne se l'imaginait, et il fit voir aussi qu'entre les accidents du moule intérieur et la coquille elle-même, il n'y avait plus aucun rapport. En effet, lorsque l'on ouvre une Sphérulite complète, celle qu'on trouve dans les terrains crétacés du Midi de la France, on est étonné de rencontrer dans la cavité simple et qui paraît complète d'une coquille bivalve, un moule intérieur qui ne remplit pas cette cavité, qui laisse même souvent des vides assez considérables, et qui cependant a des formes arrêtées, constamment les mêmes dans chacune des espèces. M. Desmoulins, frappé de l'anomalie des faits qu'il avait observés, tenta de les expliquer en supposant que, dans l'animal complet, il y avait une partie cartilagineuse, sur

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

laquelle le birostre s'était moulé, et qui avait disparu peu de temps après la mort de l'animal. Conduit par une analogie éloignée sans doute, M. Desmoulins conçut que la famille des Rudistes de Lamarck devait se rapprocher des Tuniciées, et que la principale différence qui existait entre ces deux groupes consistait en ce que dans l'un l'animal a une enveloppe pierreuse, tandis que dans l'autre, cette enveloppe est subcornée ou seulement membraneuse. On conçoit d'après cela que M. Desmoulins chercha dans les accidents du birostre les moyens de justifier son opinion, et qu'il y vit la place des organes principaux que l'on trouve dans les Tuniciées, mais modifiés et appropriés à un autre type d'organisation.

M. Desmoulins avait penché aussi vers une autre opinion, qu'il regardait, au reste, comme bien moins probable que la première. La porosité du test des Rudistes, la manière dont les coquilles sont adhérentes, leur donnaient à ses yeux quelque ressemblance avec les coquilles des Cirrhipèdes, et particulièrement avec celles du genre Balane. Mais depuis qu'il est établi d'une manière irrévocable dans la science que les Cirrhipèdes n'appartiennent point au groupe des mollusques, mais à celui des animaux articulés, il a fallu rejeter définitivement toute espèce de rapprochement entre les Rudistes et les Cirrhipèdes.

En présence des faits que je viens de rappeler, et ayant en ma possession un moule intérieur complet de la Sphérulite foliacée, je n'ai pu admettre les opinions des zoologistes dont j'ai rappelé sommairement les travaux, et je me suis demandé par quel moyen on pouvait rétablir les véritables caractères de la famille des Rudistes. En effet, me disais-je, comment se ferait-il que le birostre eût des contours si nettement arrêtés, s'il avait été moulé dans une cavité cartilagineuse? Il aurait dû arriver fréquemment que ce cartilage, détruit en partie ou en totalité par la putréfaction, n'eût donné qu'un moule imparfait dans la plupart de ses parties, et c'est justement ce qui n'a jamais lieu. Aussi l'examen d'un certain nombre de birostres m'a conduit à supposer qu'ils avaient été moulés dans une cavité solide, mais formée d'une substance qui aurait été dissoute, tandis que la couche extérieure de la coquille aurait résisté à cette dissolution. Dans ce cas-là, je me trouvais exactement dans les mêmes conditions que pour le genre Podopside, dont le moule intérieur est celui d'un Spondyle. Mais, dans le Podopside, le moule avait des caractères écrits avec tant de netteté, et il rentrait dans une série de faits si bien connus, qu'il ne pouvait y avoir le moindre doute sur la validité des consé-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

quences que j'avais déduites de mes observations, tandis que dans les Sphérulites, les caractères du moule intérieur ne pouvaient s'apprécier avec autant de facilité; et cependant, avant de discuter les opinions des autres zoologistes, il fallait avoir la démonstration qu'ils n'avaient point deviné le véritable caractère de cette famille. Une idée bien simple me conduisit vers ce but, et tout le monde la comprendra. Si l'on avait devant soi le moule intérieur d'une Bucarde ou d'une Vénus dont on voulût reproduire exactement les impressions arrêtées sur ce moule; si l'on voulait, en un mot, reproduire en creux la cavité que le moule en relief représente, il suffirait tout simplement de prendre une matière plastique quelconque, et d'opérer le moulage du moule lui-même, et dès lors on aurait restauré la surface intérieure de la Bucarde ou de la Vénus. S'il est vrai, me suis-je dit, que le birostre ait été moulé dans l'intérieur d'une coquille bivalve, dont une partie a été dissoute, il faut faire le moulage de ce birostre, et remplacer par ce moyen la partie de la coquille qui a disparu. Ce procédé m'a complétement réussi, et il en est résulté que j'ai eu sous les yeux les deux valves d'une coquille dont j'ai déjà donné la description à plusieurs reprises, et que je dois rappeler ici succinctement pour faire comprendre au lecteur pourquoi je n'admets pas l'opinion de M. Goldfuss.

Dans la valve inférieure, et sur le côté dorsal, il y a deux grandes cavités coniques, séparées entre elles par une cloison assez mince; en arrière, et séparée par une crête, il y a une cavité subtriangulaire, sur les parois de laquelle se voient distinctement les traces d'un ligament. De chaque côté de cette charnière, à droite et à gauche de la valve, on remarque une grande impression musculaire, ovalaire, dont le bord intérieur est légèrement saillant. Dans la valve supérieure, on voit, en avant de la cavité triangulaire du ligament, deux grandes dents coniques et pyramidales qui s'enfoncent dans l'intérieur des deux cavités cardinales de la valve opposée; de plus, et c'est ce que l'on ne trouve dans aucun autre genre, il y a deux apophyses, une de chaque côté, tombant perpendiculairement, ovalaires, tronquées à leur sommet et correspondant exactement, par leur position, aux impressions musculaires de la valve inférieure. Lorsque l'on examine le sommet de ces apophyses, on reconnaît facilement qu'il a donné insertion aux fibres musculaires des muscles adducteurs des valves. Une fois que la nature de ces diverses parties intérieures de la coquille d'une Sphérulite a été reconnue, on voit que ce genre ne

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

diffère des autres coquilles dimyaires que par deux caractères prédominants : un ligament intérieur et la proéminence des impressions musculaires de la valve supérieure.

Ce que je viens de rappeler ne peut être le sujet d'aucune contestation, puisque ce sont des faits matériels que j'ai fait voir et comprendre, non seulement devant la Société, mais encore dans mes cours, et à toutes les personnes que cette partie de la science a pu intéresser.

Si M. Goldfuss, avant de revenir à l'opinion de Lamarck, avait eu entre les mains le moule restauré de la Sphérulite, il est à présumer qu'il se serait rangé à mon opinion. Il m'a semblé, cependant, avoir présenté tous les faits que je viens de rappeler avec assez de netteté, pour mériter une discussion approfondie, de la part de M. Goldfuss, et j'aurais eu par là la preuve que j'avais été bien compris du célèbre auteur des pétrifications de l'Allemagne.

Maintenant, je pourrai réfuter en quelques mots l'opinion de ce savant, publiée dans une brochure spéciale communiquée, en 1839, à l'assemblée générale des naturalistes à Pyrmond.

Malgré l'opinion qu'avait M. Desmoulins sur la nature des Sphérulites, malgré sa théorie pour expliquer les faits observés et les faire rentrer dans la théorie générale, il a reconnu, cependant, qu'il existe sur les parties latérales de tous les birostres des impressions musculaires très nettement accusées ; et elles le sont tellement, qu'il suffit de les avoir vues pour reconnaître à l'instant même leur nature, et je ne comprends pas comment leur présence, bien constatée, n'a pas conduit M. Desmoulins à une opinion toute différente de la sienne. En effet, ces impressions latérales n'existent dans aucune classe étrangère à celle des Mollusques bivalves. Dans les Tuniciées, il n'y en a pas la moindre trace, et il n'en existe pas non plus dans les Brachiopodes. Je ne mentionne plus, actuellement, la classe des Cirrhipèdes ; elle appartient aux animaux articulés, et elle ne peut donc plus être prise comme terme de comparaison. J'ai insisté déjà plusieurs fois sur l'importance de ce fait des impressions musculaires, parce que lui seul peut servir à juger définitivement la question, quand même tout ce qui est acquis aujourd'hui sur les Rudistes serait encore ignoré.

Si nous examinons maintenant la question, telle que M. Goldfuss l'a posée, nous verrons que ce savant, ne connaissant sans doute que la valve inférieure d'une Sphérulite, a pris les cavités cardinales pour les points d'insertion des muscles des valves, et a considéré les impressions musculaires comme représentant l'ar-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

mure apophysaire qui, dans les Brachiopodes, sert à porter les bras ciliés. M. Goldfuss prend le sillon dorsal qui correspond à la cavité du ligament, et cette cavité elle-même, pour l'insertion d'un autre muscle, qu'il compare à celui qui passe à travers l'ouverture des Térébratules, par exemple. M. Goldfuss donne aussi l'explication des mêmes parties dans le birostre, et, malheureusement, il ne fait pas attention qu'aux impressions musculaires latérales de la valve inférieure correspondent des cavités qui, étant remplies, représentent, dans la coquille restaurée, les impressions musculaires de la valve supérieure. M. Goldfuss ne retrouve pas dans la valve supérieure des cavités correspondant exactement à celles de l'autre valve : aussi il donne une portion de ce que M. Desmoulins appelle l'appareil accessoire pour les impressions musculaires de cette valve supérieure. Enfin, pour résumer en quelques mots, l'auteur dont nous examinons l'opinion prend toute la portion cardinale des Sphérulites pour les impressions musculaires, et celles-ci même pour l'appareil apophysaire, propre aux Brachiopodes. Il suffit, je pense, d'avoir exposé les faits tels qu'ils sont pour avoir démontré que l'opinion que je combats n'est point la conséquence rigoureuse de ces faits. Je le répète encore en terminant, il suffit de reconnaître les impressions musculaires latérales sur le birostre des Sphérulites et des Hippurites, pour déclarer à l'instant même que ces genres appartiennent à la classe des Mollusques acéphalés dimyaires irréguliers et fixés ; ils avoisinent par conséquent la famille des Cames et peut-être celle des Éthéries. Il est certain que ces animaux ne peuvent trouver leur place naturelle en dehors de celle que nous venons de leur assigner. A l'appui de cette opinion, que je défends depuis bien des années, je pourrais faire valoir des considérations purement zoologiques ; mais je dois m'en abstenir devant la Société.

M. Rivière commence la lecture d'un Mémoire sur les roches dioritiques de la France occidentale.

Séance du 17 *juin* 1844.

PRÉSIDENCE DE M. DESHAYES, *vice-président.*

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

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

CLÉMENT, rue de Fleurus, à Paris, présenté par MM. C. Prevost et Hugard;

PRATT, membre de la Société géologique de Londres, présenté par MM. de Pinteville et de Collegno.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. de Boucheporn, *Études sur l'histoire de la terre et sur les causes des révolutions de sa surface*, in-8°, 394 p., 2 pl., 1 carte. Paris, Carilian-Gœury, 1844.

De la part de M. de Wegmann, *Ittiolitologia veronese del museo Bozziano ora anesso a quello del conte Giovambattista Gazola e di altri gabinetti di fossili veronesi con la versione latina*. In-folio, 323 p., 76 pl. Vérone, 1796.

De la part de M. Lucien Scarabelli, sa brochure intitulée : *Di una balena*, etc. (Sur un dauphin, une baleine et de nombreuses coquilles trouvés dans les collines du Plaisantin, par M. Giovani Podestà di castell' Arquato). In-18, 13 p.

De la part de M. Michelin, sa description de la *Fungia distorta*, extrait du *Magasin de zoologie, d'anatomie comparée et de paléontologie*, etc. In-8°, 1 pag., 1 pl. Paris, 1843.

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, mai 1844.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, nos 23 et 24, 1er semestre 1844.

Bulletin de la Société de géographie, n° 3, mars 1844.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n° 86.

L'Écho du Monde savant, nos 44—47.

L'Institut, nos 545—546.

The Mining journal, nos 459—460.

The Athenæum, nos 866, 867 et 868.

Esquisse d'une carte géologique d'Italie, par M. H. de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Collegno. Une feuille grand-aigle. Paris, Andriveau-Goujon, 1844.

Représentation graphique des rapports entre l'orographie, l'hydrographie et la géologie du globe terrestre, par le colonel de Hauslab, 40 planches jésus en partie manuscrites.

On lit une lettre de M. l'abbé Chamousset, qui annonce que M. le marquis de la Planargia, gouverneur général de la Savoie, exempte tous les membres de la Société qui se rendront à la réunion de Chambéry du passeport nécessaire aux étrangers qui veulent entrer en Savoie; il leur suffira de prouver qu'ils font partie de la Société.

Il est donné lecture de la lettre suivante de M. T. A. Catullo.

Sur des terrains calcaires des Alpes vénitiennes.

M. de Collegno, dans son mémoire inséré dans le Bulletin de la Société géologique de France (22 janvier 1844), pense que le calcaire rouge ammonitifère et le calcaire que j'appelle néocomien (lettre à M. Villa; Padoue, 1843) appartiennent au terrain jurassique et ne font pas partie du terrain crétacé auquel les géologues vénitiens les ont toujours rapportés. Il est même persuadé que le *calcaire siliceux* des Alpes vénitiennes, qu'on appelle *marmo majolica*, doit aussi rentrer dans le terrain jurassique, quoique ses fossiles démontrent son identité avec la craie blanche supérieure de nos Alpes, et prouvent par conséquent qu'il est d'une date plus récente que le calcaire rouge ammonitifère, qui lui est inférieur (Véronais, val Pantena, Bellunais, Calpiana, etc.). Dans ma Zoologie fossile, m'appuyant sur l'existence de quelques espèces fossiles, que je croyais caractéristiques de quelques terrains, et que depuis je reconnus propres à plusieurs formations différentes, je tombai dans la même erreur que M. de Collegno, associant quelques unes des roches du système crétacé au terrain jurassique, mais en séparant toujours de ce dernier le *marmo majolica*, à cause de sa connexion évidente et du parallélisme de ses couches avec celles de la craie blanche supérieure, de laquelle je ne l'aurais certainement pas détaché, si, en fixant l'âge de nos formations, au lieu de me servir (comme j'ai toujours fait) des caractères géognostico-zoologiques, j'eusse seulement adopté (comme dit M. de Collegno) des distinctions basées sur les seuls caractères orycto-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

gnostiques. Faisant donc constamment usage des caractères géognostiques et des caractères zoologiques réunis, je fus à même de découvrir, depuis 1813, que les glauconies et les calcaires grossiers des Alpes vénitiennes devaient être séparés des roches secondaires avec lesquelles, auparavant, ils étaient confondus (*Gior. di Padova*). En 1828, guidé par les mêmes principes, je prouvais l'existence du terrain tertiaire moyen, appuyé sur les roches pyroïdo-neptuniennes des monts Euganéens (*Giorn. di Padova*). Il est singulier que, tandis que M. de Collegno trouve mes classifications fondées sur les caractères minéralogiques, M. Boué prétende, au contraire, qu'elles aient uniquement pour base la méthode géologico-zoologique (*Mém. géologiq.*, p. 124). L'observation, que les espèces fossiles que j'ai décrites, en 1826, comme propres au *zechstein*, au *muschelkalk* et à la craie se trouvent, pour la plupart, dans le terrain jurassique de l'Angleterre et de la France, est bien loin d'être exacte; car, s'il est vrai que dans mes écrits postérieurs j'aie dû modifier ce que j'avais dit dans ma *Zoologie fossile* et rétrécir les limites du calcaire alpin, il est d'ailleurs positif que je n'ai pas fait de même pour le *muschelkalk*, roche bien caractérisée par ses fossiles dans le Haut-Vicentin, à Falcade, près d'Agordo, et à Borca dans le Cadore.

Une partie aussi des terrains que, dans le même ouvrage, j'avais mis dans la formation jurassique, doit rentrer dans le système crétacé, dans lequel je range le calcaire rouge ammonitifère, qui est inférieur à la craie blanche, et qui recouvre le calcaire à Rudistes, que j'ai décrit dans une note lue par le professeur Pilla au congrès de Lucques. A propos de cette dernière roche, que, par sa position, je considère comme le véritable représentant du calcaire néocomien de la France, qu'il me soit permis de répéter ici ce que j'ai dit dans cette note, par rapport à un jugement émis par M. d'Orbigny. Ce célèbre paléontologiste, dont je possède tous les ouvrages, soutient qu'*en France, en Italie et en plusieurs autres pays, la partie supérieure de la formation crétacée renferme toutes les zones dans lesquelles sont compris les Rudistes*, (*Bull. de la Soc. géol., séance du 24 janvier* 1842.) Personne ne voudra objecter qu'en France la position des Rudistes ne soit telle que M. d'Orbigny l'a vérifiée. Mais en Italie, et particulièrement dans les Alpes vénitiennes, les espèces des Hippurites et des Sphérulites se trouvent abondamment dans une roche qui, je le répète, représente le calcaire néocomien, et par conséquent elles appartiennent à la partie inférieure du système crétacé et non à la partie supérieure, comme on l'observe en France. Cette anomalie, selon moi, ne diminue aucune-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ment l'importance des caractères paléontologiques, si nous admettons que *la mer ait déposé, dans la même période géologique, et à des niveaux géognostiques différents, les mêmes espèces d'animaux.* C'est un fait incontestable, que dans le Frioul, le Bellunais, le Trévisan, et peut-être aussi en Lombardie, le calcaire à Rudistes se montre inférieur au calcaire rouge ammonifère, qui est recouvert par la craie blanche de l'Alpago et de plusieurs autres endroits du Bellunais; et cela m'a conduit à supposer qu'à la même époque où la mer finissait de déposer le terrain crétacé de la France, celui de nos Alpes commençait à peine à se former.

Retournant à l'association, faite par M. de Collegno, d'une partie des calcaires crétacés au système jurassique, je me permettrai de lui faire les objections suivantes. Quant aux fossiles (excepté quelques espèces qui se trouvent également dans le calcaire rouge à Ammonites et dans la craie blanche supérieure), je les ai trouvés tous caractéristiques des couches moyennes et inférieures du système crétacé, comme je l'ai déjà annoncé dans le catalogue des fossiles des Alpes vénitiennes, présenté aux membres de la section de géologie qui honorèrent de leur présence le congrès de Padoue en 1842; et quant à la position géognostique des roches qui composent le système crétacé, je pense qu'on n'a pas encore bien calculé la portée des effets des anciennes éjections, pour pouvoir affirmer quelque chose de décisif ou de concluant par rapport à leur géognosie. Les bouleversements et les redressements qu'eut à souffrir le système crétacé rendent très obscure la géognosie du calcaire rouge à Ammonites, et de longtemps on ne pourra l'éclaircir, si on n'admet pas des renversements plus complets que ceux généralement admis, jusqu'à présent, par les géologues. Les points de jonction entre les roches des deux systèmes, crétacé et jurassique, sont très nombreux, et si une fois on pouvait les bien distinguer, on parviendrait aussi à enlever les anomalies dont M. Boué a tant parlé, c'est-à-dire qu'on découvrirait la cause qui força les espèces fossiles d'une ancienne formation à changer leurs horizons géognostiques, et on rapprocherait entre elles les observations, jusqu'ici assez discordantes, qui ont été faites sur les mêmes terrains dans le Tyrol, la Styrie et l'Italie.

M. Boubée dit qu'à l'exemple de M. Catullo, il est disposé à séparer du terrain jurassique des Pyrénées un certain nombre de couches qui y ont été rapportées, et à les faire rentrer dans le terrain crétacé, et particulièrement dans le

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

terrain néocomien, parce qu'elles sont recouvertes dans la plaine par la craie chloritée et la craie blanche.

M. Rivière achève la lecture du Mémoire suivant, commencée dans la précédente séance.

Mémoire minéralogique et géologique sur les roches dioritiques de la France occidentale, c'est-à-dire sur les roches d'épanchement qui appartiennent aux terrains du groupe carbonique (terrain du vieux grès rouge et terrains carbonifères), par A. Rivière.

§ I. *Considérations préliminaires.*

Haüy, dans son *Traité de minéralogie*, publié en 1801, avait admis quatre espèces parmi les minéraux dits amphiboliques: 1° l'amphibole, 2° l'actinote, 3° la grammatite, 4° l'asbeste. Plus tard, dans la seconde édition de cet ouvrage, qu'il fit paraître en 1823, l'illustre minéralogiste se fondant sur l'identité de la forme cristalline de l'amphibole, de l'actinote et de la grammatite, réunit ces trois dernières espèces en une seule, et n'eut plus alors que deux espèces : l'amphibole et l'asbeste. Vint ensuite la théorie de l'isomorphisme, qui donna une nouvelle force aux idées d'Haüy, et qui permit de réunir dans une même espèce tous les minéraux amphiboliques, en y comprenant la majeure partie des asbestes. M. Al. Brongniart adopta cette manière de voir; c'est également l'opinion de M. Dufrénoy et de différents autres savants. Cependant divers minéralogistes ont persisté à admettre plusieurs espèces d'amphiboles; je citerai, entre autres, M. Beudant, qui fait l'espèce trémolite et l'espèce actinote; M. Delafosse, qui admet l'espèce ou du moins la sous-espèce trémolite, et l'espèce ou la sous-espèce hornblende (sans y comprendre l'antophyllite, qu'il regarde comme composée d'un atome de trisilicate de fer et de trois atomes de bisilicate de magnésie; elle est, suivant ce savant, aux amphiboles proprement dites ce que l'hypersthène est aux pyroxènes); etc. D'un autre côté, M. G. Rose, qui avait établi dans l'amphibole quatre divisions, la trémolite, le strahlstein, la hornblende et l'ouralite, est venu proposer de réunir l'amphibole et le pyroxène en une seule espèce. Avant ce minéralogiste, il est vrai, M. Weiss avait déjà signalé la liaison étroite qui existe entre les formes cristallines de ces minéraux; et MM. Mitscherlich, Kapffer, Nordenskiold, etc., ont fait voir, au

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

moyen de mesures prises au goniomètre à réflexion, que la concordance des angles des pyroxènes et des amphiboles serait suffisante pour réunir ces minéraux en une seule espèce, puisque des différences d'angles encore plus considérables sont produites dans d'autres minéraux par le remplacement d'éléments isomorphes ou plésiomorphes.

Si MM. G. Rose, Weiss, etc., ont essayé de réunir les amphiboles aux pyroxènes, d'autres minéralogistes, soit par manie de créer des espèces, soit par ignorance, ont divisé l'amphibole en un grand nombre d'espèces et de sous-espèces. Les principales sont: la hornblende ou amphibole schorlique, l'actinote, la grammatite ou trémolite, l'asbeste, l'omphasite, la pargassite, l'ouralite, la carinthine, la byssolite, la kératophyllite, l'arfvedsonite, une partie des strahlites, etc.

Or la cristallographie, pour ce qui la concerne, ne permet pas d'établir plusieurs espèces parmi les minéraux amphiboliques; voyons donc s'il est possible d'en faire plusieurs au moyen du caractère offert par la composition chimique, qui, du reste, est le plus fondamental.

Après avoir réuni trente-quatre analyses qui ont été faites sur les amphiboles, et après avoir comparé ces analyses pour établir en nombres les moyennes de celles qui se rapprochent le plus, j'ai obtenu en résultat les douze analyses suivantes:

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

NUMÉRO D'ORDRE.	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.	N° 6.	N° 7.	N° 8.	N° 9.	N° 10.	N° 11.	N° 12.
NOMBRE D'ANALYSES.	1	2	2	6	1	5	4	1	3	5	2	2
DÉSIGNATION DES ANALYSES (1).	A.	B, C.	D, E.	F, G, H, I, J, K.	L.	M, N, O, P, Q.	R, S, T, U.	V.	X, Y, Z.	A', B', C', D', E'.	F', G'.	H', I'.
Composition des 12 moyennes. Silice	43,50	58,71	58,04	58,93	46,26	45,85	42,37	47,00	52,77	50,21	47,50	49,88
Alumine	0,40	0,18	2,04	0,68	11,48	12,65	14,36	26,00	2,00	5,56	6,85	2,24
Magnésie	40,00	31,40	30,34	23,88	19,03	19,82	13,69	2,00	23,38	12,61	5,02	0,21
Chaux	»	»	1,79	13,26	13,96	12,96	12,17	8,00	2,13	10,11	11,20	1,55
Protoxide de fer	2,08	8,10	5,56	2,16	3,48	6,88	13,79	15,00	15,55	19,04	27,80	33,83
Protoxide de manganèse	»	»	»	»	0,36	0,20	0,82	»	2,12	0,29	0,22	4,77
Potasse	»	»	»	»	»	»	0,47	»	»	»	»	»
Soude	»	»	»	»	»	»	0,24	»	»	»	»	»
Potasse et soude	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4,00
Acide fluorique	»	»	»	0,53	1,60	0,48	»	»	»	0,08	»	»
Chlore	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,12
Eau	13,80	»	1,77	0,23	0,61	0,08	0,10	0,50	1,22	0,22	0,37	0,48

(1) Les lettres désignent les analyses suivantes: A, asbeste analysée par Kobbel. B et C, asbeste de l'Oural, par Huntzi. D, amphibole de Perth, par Thompson. E, amphibole de Koruk, par Lappe. F, G, H et I, trémolites de Gullsjo et de Fahlun, asbeste de la Tarentaise et strahlstein de Taberg, par Bonsdorff. J, trémolite de Csiklova, par Beudant. K, amphibole de Transylvanie, par Seybert. L, actinote de Pargas, par Bonsdorff. M, N et O, grammatite d'Aker et hornblende de Pargas, par Bonsdorff. P, amphibole, par Hisinger. Q, amphibole de Konsberg, par Kudernatsch. R, hornblende de Lindho, par Hisinger. S, amphibole du Vogelsberg, par Bonsdorff. T, amphibole de Bilin, par Struve. U, arfvedsonite du Groënland, par Arfvedson. V, amphibole par Klaproth. X, amphibole de Konsberg, par Vopelius. Y, amphibole par Gmelin. Z, amphibole de Pitkaranda, par Hofs. A', actinote. B' et C', amphibole de Fahlun et hornblende de Schewden, par Hisinger. D', amphibole de Nordmark, par Bonsdorff. E', ouralite de Katherinbourg, par Kudernatsch. F', amphibole de Nora, par Klaproth. G', actinote de Zillerthal, par Beudant. H', arfvedsonite, par Thompson. I', arfvedsonite du Groënland, par Kobbel.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Par l'examen de ces analyses on voit qu'il y a un passage réel des unes aux autres, depuis le N° 1, jusqu'au N° 12. Ce passage serait encore plus frappant, si, au lieu d'avoir pris 12 moyennes, pour être plus vrai dans la généralité, j'avais rapporté les 34 analyses avec un certain nombre d'autres plus ou moins exactes; ou bien, si je rappelais qu'au moyen de la théorie de l'isomorphisme, plusieurs substances, telles que la chaux, la magnésie, le protoxide de fer, etc., qui entrent dans la composition des amphiboles, peuvent se remplacer en toutes proportions. Je n'ai considéré ici que les quantités réelles en poids et non les formules que l'on pourrait en déduire; car ces formules peuvent varier suivant l'interprétation du minéralogiste (1); au contraire, les nombres fournis directement par l'analyse sont invariables, en admettant toutefois que les analyses aient été bien exécutées, et qu'elles aient été faites sur des substances assez pures. Quoi qu'il en soit, si l'on voulait tirer des formules minéralogiques des 34 analyses précitées, il faudrait en établir presque autant qu'il y a d'analyses, et, si l'on opérait sur les 12 moyennes, il en serait à peu près de même; de plus les nombres qui entreraient dans chaque formule seraient encore dans des rapports compliqués, au lieu d'être dans des rapports simples, but que doivent toujours atteindre les minéralogistes. On voit donc que, rationnellement, on ne peut établir une formule minéralogique pour les amphiboles que

(1) Les formules n'étant que la traduction symbolique des analyses, diffèrent pour chaque analyse notablement différente. Leur exactitude dépend donc de celle des analyses, du nombre et de l'interprétation de ces analyses. De sorte que pour être en droit d'établir une formule rationnelle d'un minéral, c'est-à-dire une formule qui deviendrait la représentation symbolique de la composition moyenne de ce minéral, il est indispensable d'avoir à sa disposition un grand nombre d'analyses qui, chimiquement, diffèrent peu entre elles, et qui aient été faites sur les variétés les plus abondantes du minéral pris dans son état habituel ou normal. Au reste, il n'est pas certain, même dans ce cas, que la formule moyenne ainsi déduite ne soit pas susceptible de varier en présence de nouvelles analyses et de nouvelles observations géologiques; car le rôle géognostique d'un minéral doit nécessairement servir de guide pour établir l'espèce, sinon naturelle, du moins rationnelle. D'après ces considérations, on voit qu'il est à regretter que les minéralogistes aient, dans beaucoup de cas, établi trop légèrement des formules, en oubliant la portée véritable des formules et les élémens qui sont indispensables pour les déduire. C'est un abus de principes qui, en minéralogie comme en géologie, peuvent être d'un grand secours.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'après la moyenne de toutes les analyses, ce qui revient à dire qu'il n'y a chimiquement qu'une seule espèce minérale d'amphibole.

Il résulte de tout ce qui précède que la composition chimique des amphiboles, de quelque manière qu'on l'interprète, n'autorise pas à établir plusieurs espèces minérales ; et si le chimiste voulait à toute force faire plusieurs espèces tranchées dans les amphiboles, il serait obligé d'en établir autant qu'il y a de variétés ou d'analyses notablement différentes. En appliquant le principe que je viens de poser, je trouve la moyenne suivante pour la composition des amphiboles.

Composition moyenne de l'amphibole d'après 34 *analyses.*

		Oxigène.		Rapports.
Silice	50,78	26,38		9
Alumine	6,38	2,98		1
Magnésie	18,41	11,28	16,69	6
Chaux	8,85	2,49		
Protoxide de fer	12,22	2,78		
Protoxide de manganèse	0,66	0,14		
Potasse et soude	0,32	»		
Acide fluorique	0,21	»		
Chlore	0,007	»		
Eau	0,79	0,70		
	98,627			

D'où je tire la formule, $Al\,Si^3 + 6\,(Ma, Je, Ca, etc.)\,Si$.

Cette formule serait encore la traduction plus rigoureuse des nombres, si l'on regardait l'eau comme isomorphe de la magnésie, de la chaux, etc. ; car on aurait alors pour l'oxigène des bases 17,39, au lieu de 16,69.

Dans tous les cas, la quantité d'oxigène des amphiboles est de 46,75.

La chimie peut, en quelque sorte, indiquer trois variétés principales: les amphiboles blanches ou trémolites, les vertes ou actinotes, et les noires ou hornblendes; mais, je le répète, pour une étude minérale sérieuse, ces variétés n'ont pas d'importance, et l'on ne saurait rigoureusement admettre quelque chose de tranché parmi les amphiboles considérées minéralogiquement. Néanmoins, d'après la différence des analyses extrêmes, d'après la différence d'importance dans la nature, et peut-être d'après la différence de gisements, je divise les amphiboles en deux types, quoiqu'en realité le minéralogiste soit obligé de n'en faire qu'une

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

seule espèce ; mais j'admets que les types minéraux, sous le point de vue de la géologie, sont quelquefois d'un ordre différent de celui des véritables espèces minérales établies pour la minéralogie. Je crois donc pouvoir distinguer en général, et cela d'après la séparation que la nature semble avoir faite par des différences d'importances, d'époques de formation et peut-être de gisements, dans l'espèce minérale nommée amphibole, deux types géognostiques : la hornblende et la trémolite. La première amphibole est la seule qui joue un rôle important en géologie, comme on le verra bientôt. Ces types, qui sont distincts quand on considère les amphiboles extrêmes et les roches amphiboliques sur une grande échelle, passent au reste insensiblement l'un à l'autre, principalement lorsque les amphiboles ne sont pas cristallisées, comme l'entendent les minéralogistes, et lorsqu'elles sont mélangées ou impures, ce qui est le cas ordinaire.

Les compositions moyennes ou approximatives des deux types d'amphibole peuvent être, en quelque sorte, représentées par les deux analyses suivantes :

TRÉMOLITE. (Grammatite, une partie des asbestes, etc.)	
Moyenne de 11 analyses. (N°s 1, 2, 3 et 4.)	
Silice	57,32
Alumine	0,81
Magnésie	27,89
Chaux	7,55
Protoxide de fer	3,85
Acide fluorique	0,29
Eau	1,70
	99,41

HORNBLENDE. (Actinote, strahlstein, omphasite, omphrite, kalamite, byssolite, pargassite, carinthine, arfvedsonite, ouralite, etc.)	
Moyenne de 23 analyses. (N°s 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12.)	
Silice	47,39
Alumine	9,05
Magnésie	13,87
Chaux	9,47
Protoxide de fer	16,22
Protoxide de manganèse	0,97
Potasse et soude	0,47
Acide fluorique	0,18
Chlore	0,01
Eau	0,36
	97,99

Dans le premier type, c'est la magnésie qui domine parmi les bases; puis vient la chaux, et en dernier lieu le protoxide de fer. Dans le second type, c'est le protoxide de fer qui domine ; puis vient la magnésie, et enfin la chaux. D'un autre côté, la silice est en plus grande proportion dans le premier type que dans le se-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

cond; l'alumine suit une proportion inverse : en sorte que, d'une manière générale, le premier type est un silicate de magnésie, et le second un silicate alumineux de protoxide de fer.

Les variétés d'amphiboles, qui sont à bases terreuses, et généralement blanchâtres ou sans couleur, se rapportent au premier type; les variétés qui sont à bases métalliques et terreuses, à couleurs plus ou moins foncées, se rapportent au second type.

Ainsi le type hornblende, qui comprend les variétés : actinote, omphasite, kalamite, byssolite, pargassite, carinthine, arfvedsonite, ouralite, etc., est le seul dont le géologue doive s'occuper. Quant à l'asbeste, ce n'est pas un minéral d'une composition déterminée, mais bien un nom qui exprime une manière d'être de certains minéraux, et qui a été donné à des variétés fibreuses ou filamenteuses, soit d'amphibole, soit de pyroxène, soit d'épidote, etc. Dans certains cas, l'asbeste résulte de la décomposition de ces minéraux. Au reste, l'asbeste, qui appartient à l'espèce amphibole, doit être rangée dans le type trémolite.

Je parlerai plus loin des minéraux nommés ouralite et smaragdite.

La différence des formes cristallines ordinaires et des clivages de l'amphibole et du pyroxène pouvait suffire au géologue pour distinguer ces deux minéraux, avant que M. G. Rose eût découvert l'ouralite dans le grunstein de l'Oural. Or, l'ouralite est tantôt une amphibole hornblende quant à la composition et quant au clivage, mais affectant les formes propres au pyroxène, tantôt une amphibole pénétrée de pyroxène, tantôt enfin une amphibole avec les formes extérieures du pyroxène, et avec un noyau de pyroxène dans la partie amphibolique.

Les formes des amphiboles, non seulement se rapportent au même système cristallin que celles des pyroxènes (prisme oblique rhomboïdal), mais encore les unes et les autres peuvent être dérivées d'un seul type (prisme rhomboïdal de 124° environ), le prisme de clivage des amphiboles pouvant se déduire par une loi très simple de décroissement, du prisme de clivage des pyroxènes. Le caractère distinctif ne consisterait donc que dans une différence de clivage, le pyroxène et l'amphibole se clivant parallèlement aux faces de deux formes, dont l'une peut être regardée comme secondaire par rapport à l'autre. De plus, je vais montrer que cette différence de clivage provient, selon toute apparence, de celle des circonstances qui ont accompagné les formations des amphiboles et des pyroxènes.

M. G. Rose pense que la différence qui existe entre le pyroxène et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'amphibole provient uniquement de la différence du refroidissement de la matière ignée dont ils résultent. Ainsi, pour la production du pyroxène, il a fallu un refroidissement prompt, tandis qu'un refroidissement plus lent a donné lieu à de l'amphibole. Or, quand on expose une masse cristallisée d'amphibole, seule ou avec du pyroxène, au feu d'un haut-fourneau, de manière à la fondre complétement, et quand on fait ensuite cristalliser cette masse par le refroidissement, les cristaux qui en résultent appartiennent au pyroxène pour la forme et le clivage; les scories de nos hauts-fourneaux n'offrent également que des substances ayant le clivage des pyroxènes. La température de nos hauts-fourneaux n'est peut-être pas suffisamment élevée pour laisser assez de liberté aux molécules dans leur arrangement cristallogénique, de manière à produire l'amphibole, et le refroidissement de la masse fondue s'opère sans doute trop rapidement, eu égard à la différence considérable qui existe entre la température des hauts-fourneaux et celle du milieu dans lequel le refroidissement a lieu. Les amphiboles fondent plus facilement que les pyroxènes; par conséquent, il y a moins de distance entre le point de fusion et le point de cristallisation pour les amphiboles que pour les pyroxènes, et lorsqu'il y a des mâcles de ces deux minéraux, le pyroxène occupe le centre du groupement, circonstance qui semblerait être en opposition avec ce que je viens de dire sur le mode de refroidissement de l'amphibole et du pyroxène. Quoi qu'il en soit, l'amphibole se trouve ordinairement associée avec le quarz, l'orthose, l'albite, etc., minéraux qui exigent pour leur fusion une température très élevée, et qui ont été formés par un refroidissement lent; tandis que le pyroxène est souvent associé avec le péridot, minéral produit par un refroidissement prompt : aussi le basalte n'offre-t-il pas les beaux cristaux de pyroxène que nous présente le mélaphyre, qui s'est refroidi moins rapidement.

Quand l'amphibole et le pyroxène sont réunis, ces minéraux n'ont pas la même composition, et ont une fusibilité différente : la partie la moins fusible appartient au pyroxène, tandis que la plus fusible appartient à l'amphibole, qui entoure le pyroxène, ou à l'ouralite.

Je suis donc loin de repousser l'opinion de M. G. Rose : je pense, au contraire, que l'état du refroidissement peut modifier non seulement la forme des substances minérales, mais encore sensiblement leur composition, et que, par suite, l'ouralite n'est qu'une simple modification. Cette modification est du reste facile à interpréter dans les hypothèses précédentes, comme on le voit;

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

il en est de même pour d'autres minéraux, et à l'égard de certaines roches. Cependant, quoiqu'il y ait de nombreux passages entre les espèces minérales et entre les roches, ce n'est pas un motif suffisant pour méconnaître les coupes plus ou moins saillantes que nous présente la nature.

Ainsi, je distingue nettement l'amphibole du pyroxène : d'abord par leurs caractères minéralogiques et ensuite par ceux que nous offre la géologie.

Les pyroxènes et les amphiboles, quoiqu'étant composés des mêmes principes, le sont dans des proportions différentes. Ainsi, par la perte d'un atome de silice, une molécule d'amphibole est changée en une molécule de pyroxène ; d'un autre côté, l'amphibole renferme généralement moins d'alumine que le pyroxène ; c'est-à-dire que l'alumine suit dans ces minéraux une proportion inverse de celle de la silice. Dans tous les cas, les amphiboles et les pyroxènes ne sont pas isomorphes, mais bien plésiomorphes. La densité des amphiboles varie de 2,9 à 3,5 ; celle des pyroxènes va jusqu'à 3,6. Quoiqu'il y ait peu de différence entre la forme cristalline des amphiboles et celle des pyroxènes, il y en a néanmoins assez, surtout par le clivage, qui est plus en rapport direct avec la composition que la forme extérieure, pour séparer ces deux espèces minérales, si toutefois on veut attacher une grande importance à la forme cristalline, qui, selon moi, doit être très secondaire sous le point de vue géologique. L'amphibole bien caractérisée a pour forme cristalline un prisme rhomboïdal oblique de 124° 30′. Elle offre deux clivages qui sont assez faciles, nets et éclatants, qui ont lieu parallèlement aux pans d'un prisme rhomboïdal oblique de 124° 30′, et qui, par conséquent, font entre eux un angle obtus de 124° 30′ ; enfin elle ne présente jamais de clivage parallèle à la base du prisme, tandis que le pyroxène bien caractérisé a pour forme cristalline un prisme rhomboïdal oblique de 87° 30′. Il offre un nombre variable de clivages, suivant ses différentes variétés ; mais ordinairement il présente 2 clivages qui sont plus distincts que les autres, qui sont cependant moins nets que ceux de l'amphibole, qui ont lieu parallèlement aux pans d'un prisme rhomboïdal de 87° 30′, et qui, par conséquent, font entre eux un angle aigu de 87° 30′. Le pyroxène se clive aussi quelquefois parallèlement aux faces de troncature des arêtes latérales, et par suite dans deux directions perpendiculaires entre elles ; d'autres fois, il montre un clivage parallèle à la base, etc.

En outre, les associations des amphiboles et des pyroxènes avec les autres minéraux sont très différentes. Les roches amphiboli-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ques et les roches pyroxéniques sont nettement séparées dans leurs gisements. Les époques d'apparition des premières sont plus anciennes que celles des secondes. D'autre part, les amphiboles et les roches amphiboliques, étant généralement plus riches en silice et moins riches en alumine que les pyroxènes et les roches pyroxéniques, confirment la loi que j'ai signalée ailleurs (1), relativement au degré d'ancienneté des minéraux et des roches d'origine ignée ou problématique, d'après le degré de richesse en silice et le degré de pauvreté en alumine. Enfin les amphiboles ayant apparu sur le globe avant les pyroxènes, se sont refroidies plus lentement à cause de la chaleur et de la pression plus considérable qui devaient exister alors; elles ont pu également avoir été douées d'une température plus élevée au moment de leur sortie, par différens motifs qu'il est inutile de discuter ici.

Les roches amphiboliques, c'est-à-dire les roches dans la composition desquelles l'amphibole entre comme élément essentiel, se divisent naturellement en deux groupes, tant sous le rapport de leur constitution minérale que sous le rapport de leurs gisements spéciaux et de l'époque de leur formation. Le premier groupe comprend celles dans lesquelles l'amphibole du type hornblende est associée à du feldspath du type albite. Au contraire, le second groupe comprend les roches amphiboliques dans lesquelles l'amphibole du type hornblende est associée à du feldspath du type orthose. Toutes les roches de ces deux groupes sont d'ailleurs d'origine ignée. Je fais ici abstraction des roches volcaniques proprement dites, dans lesquelles on trouve de l'amphibole généralement de la variété hornblende, en proportion plus ou moins grande, puisque l'amphibole n'y entre pas comme élément essentiel.

Le premier groupe comprend : les roches dioritiques ou l'amphibolite, le diorite, le porphyre dioritique, le diorite orbiculaire, la dioritine, une partie des pyromérides, des amygdaloïdes, des variolites, des spilites, des grunsteins, des ophites, des ophitones, des aphanites, des trapps, des cornéennes, des eurites, des toadstones et des whinstones, l'hémithrène, le kersanton et l'éclogite.

Le second groupe comprend : les roches syénitiques ou la syénite, le porphyre syénitique, ainsi qu'une partie des grunsteins, des ophites, des ophitones, des aphanites, des cornéennes, des

(1) *Considérations pour servir à la théorie du métamorphisme, et à celle de l'âge relatif des minéraux et des roches.*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

trapps, des toadstones, des eurites, des amygdaloïdes, des variolites, des whinstones, et peut-être des spilites.

Dans les détails qui vont suivre, je ne parlerai pas des roches amphiboliques du dernier groupe, parce qu'elles n'ont, selon toute apparence, aucun rapport avec le groupe carbonique, étant d'une époque antérieure à la formation des terrains de ce groupe : elles sont au reste séparées des roches amphiboliques qui appartiennent au premier groupe, par une composition minérale essentiellement différente, par des gisements très distincts, et par une époque d'apparition différente.

L'AMPHIBOLITE est composée d'amphibole du type hornblende et d'une faible proportion d'albite, quelquefois même sans addition d'albite.

Le DIORITE est composé d'amphibole hornblende et d'albite.

Le *porphyre dioritique*, la *dioritine* (diorite compacte), le *diorite orbiculaire*, une partie des *granstein*s, des *ophites*, des *variolites*, des *amygdaloïdes*, des *spilites*, etc., ne sont que des variétés de texture du diorite considéré sous le point de vue minéralogique et géologique.

L'HÉMITRÈNE est une amphibolite ou un diorite avec addition de calcaire. Certains spilites et variolites ne sont que des variétés d'hémitrènes.

Le KERSANTON est tantôt une amphibolite, tantôt un diorite, avec addition de mica généralement ferrique et noirâtre.

L'hémithrène et le kersanton ne sont donc que des accidents de l'amphibolite ou du diorite.

Une partie des *aphanites* de certains auteurs forment le passage des amphibolites aux diorites. Ainsi l'aphanite amphibolique et albitique ne constitue pas une roche spéciale, mais une variété, soit d'amphibolite, soit de diorite. Il en est de même d'une partie des *trapps*, des *cornéennes*, des *toadstones*, des *winsthones*, des *ophitones* et des *eurites ;* c'est-à-dire que toutes ces roches rentrent nécessairement ou dans l'amphibolite ou dans le diorite.

L'ÉCLOGITE est composée d'amphibole hornblende, de grenat, généralement almandin, et d'une quantité très variable d'albite. La couleur de la pâte qui avait été prise pour de la smaragdite, est d'autant plus claire que la proportion d'albite est plus considérable, ou bien que les variétés d'amphibole hornblende nommées actinote, omphasite ou omphrite y dominent davantage. Mais dans la véritable éclogite, il n'y a jamais, pour partie constituante de cette roche, de la smaragdite regardée comme de la diallage verte. Ce que l'on avait pris pour de la smaragdite est

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de l'amphibole hornblende des variétés actinote, omphasite, ouralite, ou bien une amphibole pénétrée de pyroxène, plus ou moins mélangée d'albite et même de grenat jaunâtre. L'éclogite n'est donc, d'après les considérations précédentes, qu'un diorite ou qu'une amphibolite, avec addition de grenat généralement almandin.

Ainsi certaines smaragdites sont de l'amphibole pure, d'autres sont un mélange d'amphibole et d'albite; d'autres enfin résulteraient, d'après MM. Delafosse, Hisinger, etc., d'un groupement régulier ou d'un mélange de lamelles d'amphibole et de pyroxène, offrant des faces de composition parallèles à la grande diagonale du prisme de 124°. Le *verde di corsica*, dans cette hypothèse, ne serait qu'un mélange d'amphibole et de pyroxène; au reste, ce mélange ne serait plus associé à de l'albite, mais bien à du jade, variété compacte et plus ou moins pure, probablement de labradorite, et formerait alors une roche plus moderne que les roches amphiboliques proprement dites, ainsi que le passage des roches amphiboliques aux roches pyroxéniques et diallagiques. D'un autre côté, s'il y a de la véritable smaragdite, indépendante de l'amphibole, du pyroxène ou de l'hypersthène, elle dépendrait des diallages et serait encore associée au jade (labradorite). Ce jade est souvent verdâtre par le mélange intime d'une partie de la smaragdite, qui se trouve presque toujours réunie avec de la diallage chatoyante. Mais il reste encore à étudier sérieusement le jade et la smaragdite des euphotides sous les rapports minéralogique, d'âge et d'association : c'est ce que je tâcherai de faire dans un autre travail.

En résumé, les roches amphiboliques du premier groupe peuvent être divisées, d'après leur composition minérale, en cinq espèces : 1° l'*amphibolite;* 2° le *diorite;* 3° l'*hémithrène;* 4° le *kersanton;* 5° l'*éclogite.*

Parmi ces cinq espèces, l'*amphibolite* et le *diorite* sont les plus abondantes; au reste, toutes les roches amphiboliques du premier groupe se fondent les unes dans les autres, soit par leur composition, soit par leur gisement, soit enfin par leur âge; néanmoins, dans chaque gisement particulier, on en voit ordinairement une qui domine, mais rarement elle se présente seule exclusivement. De sorte que, sous le point de vue géologique, il n'y a, en réalité, qu'une seule espèce de roche amphibolique du premier groupe; on peut donc prendre d'après cela le DIORITE pour type des roches amphiboliques du premier groupe, car il est rare que dans ce groupe l'albite ne soit pas associé à la hornblende.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Enfin, si j'ai fait entrevoir que l'ouralite, l'asbeste, l'omphasite, la smaragdite, etc., établissent un rapport d'un certain ordre entre l'amphibole et le pyroxène, entre l'amphibole et les talcs, entre l'amphibole et les diallages, etc., j'indiquerai ailleurs les rapports qui existent entre les roches amphiboliques, les roches pyroxéniques, les roches diallagiques, les roches hypersthéniques, les roches talqueuses et les roches serpentineuses. Mais ces rapports s'effacent devant les caractères généraux qui sont spéciaux aux différentes roches dont il est question, et qui permettent d'établir des distinctions tranchées parmi ces roches, comme l'a fait la nature par des gisements et des âges différents.

§ II. *Description géologique et minéralogique des roches dioritiques de la France occidentale.*

Les roches dioritiques (amphibolite, diorite, hémithrène, kersanton et éclogite) jouent un grand rôle dans la géologie de la France occidentale, car le sol de cette contrée est percé par ces roches en un très grand nombre de points. On peut compter, en effet, plus de trois cents typhons, boutons ou filons de roches amphiboliques proprement dites ou dioritiques. Mais depuis la Normandie jusque dans le Haut-Poitou, c'est principalement sur les côtes accidentées et dans le pays montagneux qu'elles se montrent; les plateaux, souvent très élevés, qui séparent les bourrelets des côtes des régions culminantes et découpées, en sont généralement dépourvus. Aussi le rôle important que les roches dioritiques ont joué lors de leur sortie est-il aujourd'hui exactement traduit par le relief de la contrée : elles ont porté à des hauteurs considérables certaines roches ; elles ont déchiré, ondulé le sol; elles ont façonné de nombreux ravins, vallons et vallées, en donnant naissances à des sites extrêmement pittoresques, et qu'en miniature on peut comparer à ceux des pays alpins.

L'étendue apparente des typhons composés de roches dioritiques est ordinairement assez limitée : il y a même beaucoup de typhons qui se présentent comme de véritables boutons. Cependant, non seulement un certain nombre de ces typhons se rattachent entre eux, selon toute probabilité, au-dessous du sol, c'est-à-dire que les roches dioritiques ont réellement plus d'étendue qu'elles n'en dévoilent; mais encore plusieurs typhons se montrent sur une échelle assez développée et beaucoup plus grande qu'on ne l'admet généralement pour ces sortes de roches d'épanchement. Je citerai entre autres le typhon du Pont Charron, celui des en-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

virons de Montaigu, celui de Roche-Servière, celui d'Olonne (Vendée), celui de Kermovan, et le plus grand de ceux que l'on observe entre Kallac et Plouret (Bretagne).

Les typhons, boutons et filons apparents des roches dioritiques du département de la Manche, sont disséminés sur des lignes qui courent sensiblement de l'E. S. E., un peu E., à l'O. N. O., un peu O.; ceux du département de la Mayenne suivent la même direction; enfin ceux de Sablé (Sarthe) et de Saint-Denis d'Anjou vont se rattacher par des intermédiaires à ceux de Dinan, des environs de Saint-Brieuc et de Saint-Malo, ainsi qu'aux nombreux typhons, boutons ou filons de la pointe de Bretagne. En sorte que ces roches courent suivant la direction générale qu'affectent les terrains houillers et anthraxifères de Quimper, de Kergogne, de Pont-Croix, de Sablé, de La Haye-Longue, de Nort, de Vieillevigne, de Chantonay et de Faymoreau. Je démontrerai, au reste, qu'il devait en être ainsi, d'après la relation intime qui existe entre le relèvement des couches de ces terrains à combustibles, et l'apparition des roches dioritiques; ces deux ordres de phénomènes étant dus à la même cause dynamique.

Ces premières indications suffisent pour démontrer combien l'étude des roches dioritiques est importante, puisque l'allure actuelle des terrains houillers et anthraxifères (groupe carbonique) de la France occidentale, est étroitement liée à l'apparition des roches dioritiques. Je dirai plus, les rapports dont je parle, et qui existent entre les terrains à combustibles de l'O. de la France et les roches amphiboliques, loin d'être une exception, rentrent au contraire dans la loi générale. Je ne saurais donc trop m'appesantir sur ces roches d'origine ignée, si je considère les intérêts de la science et ceux de l'industrie.

Les roches dioritiques de Dené, celles des environs d'Ancenis, d'Oudon, de Nort, de Blain, de Nozay et de Lorient, nous présentent également la même direction générale.

Les roches dioritiques de Saint-Cristophe (Maine-et-Loire), courent sur la ligne de celles qui sont aux environs de Nantes, et toutes, dans leur ensemble, nous montrent encore la constance que je viens d'indiquer.

Si je passe en Vendée, je trouve une ligne de roches dioritiques formée par les typhons, boutons et filons de la Gaudonnière (située entre le Vieux Pouzauges et la Meilleraye), par ceux qu'on peut observer au-dessous de Pouzauges, par ceux qui ont percé en beaucoup de points les terrains compris entre la dernière ville et les Herbiers, par ceux du Rochet, de Saint-Georges, de Mon-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

taigu, des environs de Viellevigne, de Saint-Colombin, de Saint-Philbert de Grand-Lieu, du port Saint-Père et de Saint-Nazaire. Plus à l'O., on trouve une seconde ligne formée par les roches dioritiques des environs de Saint-Maixent, par celles qu'on voit entre Bazoges en Pareds et Mouilleron, entre Puybelliard et Saint-Germain, entre Sainte-Florence et les Essarts, par les roches amphiboliques qu'on observe aux environs des Brouzils, de Saint-Christophe et de Roche-Servière, par celles des environs de Saint-Étienne de Corcoué, etc. Une troisième série part des environs de la Thouarderie, de Villeneuve et de la Châtaigneraye (près Saint-Philbert du Pont Charaud), va passer au Pont Charron, aux environs de Chatonnay, de Saint-Martin des Noyers, entre les Essarts et la Ferrière, aux environs de Saint-Denis la Chevasse, etc. Une quatrième série de boutons et filons est formée par ceux des environs du Moulin-Albert et de Chassenon, de Saint-Laurent de la Salle et de l'Orberie. A peu près sur le même prolongement, on trouve vers la limite des départements de la Vendée et de la Loire-Inférieure, entre la Garnache et Machecoul, à la Graulerie, un typhon dioritique. Enfin, on voit dans des parties plus occidentales du département de la Vendée deux gisements de roches dioritiques : l'un aux environs de Saint-Ouen, et l'autre aux environs d'Olonne. Ce dernier est très développé, et court vers l'Océan. Or, toutes ces séries de roches amphiboliques ou dioritiques de la Vendée, qui sont plus ou moins interrompues de distance en distance, prises isolément ou bien dans leur ensemble, offrent une allure générale dirigée de l'E. S. E. un peu E. à l'O. N. O. un peu O.

Après avoir exposé ces premiers faits, je vais passer en revue un grand nombre de gisements particuliers, en donnant parmi tous les détails qu'un examen minutieux m'a permis de constater, ceux qui présenteront un intérêt véritable. Tous ces faits, scrupuleusement observés, conduiront à des résultats exacts, et jetteront, je l'espère, quelques lumières sur la partie théorique de roches qui, jusqu'à ce moment, n'ont pas encore été étudiées avec tout le soin qu'elles exigent et méritent en même temps.

Environs de Sablé (Sarthe). — Le château de Sablé (Sarthe) et une partie de la ville sont bâtis sur un typhon d'amphibolite et de diorite qui traverse la rivière, et forme plusieurs mamelons et filons sur l'autre rive. Ces roches amphiboliques dessinent le contournement des couches anthraxifères qu'elles ont soulevées et brisées. On avait cru que l'amphibolite formait une couche au S. de la couche d'anthracite de Fercé; mais à la mine

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de Gomer, sur le prolongement de la couche d'anthracite de Fercé, l'amphibolite se présente en masse conique. Cette amphibolite s'est donc étendue, en certains points seulement, sous forme de filon-couche, et s'est ainsi intercalée au milieu des couches anthraxifères, en simulant parfois une véritable couche. Les roches amphiboliques des environs de Sablé renferment des pyrites; quelquefois elles affectent des teintes grises et contiennent des varioles de hornblende noire et de calcaire; par suite, elles figurent une véritable roche variolitique. Enfin elles ont modifié considérablement les différentes roches qu'elles ont traversées: ainsi, au contact des roches amphiboliques, le phyllade a pris une teinte rougeâtre ou renferme du graphite, et devient même une ampélite; d'autres roches sont rendues très talqueuses; le calcaire a été changé en marbre que l'on exploite sur une grande échelle pour le commerce. J'ajouterai en dernier lieu que la présence des roches amphiboliques dans le voisinage des couches de combustibles a peut-être été la cause de la conversion de ces couches en anthracite par la perte de leur bitume.

Entre Sablé et Saint-Denis d'Anjou, on remarque un phénomène d'un autre ordre au contact de filons de roches dioritiques: les phyllades, sur certains points, n'ont pas éprouvé de métamorphisme, dans le sens qu'on attache généralement à ce mot, car ces phyllades sont devenus friables et terreux.

Environs de Quimper (*Finistère*). — Après le dépôt des terrains houillers de Quimper, de Kergogne et de Pont-Croix, des diorites, des amphibolites, du kersanton et des hémithrènes se sont fait jour, en donnant à cette formation carbonifère une allure nouvelle. Les amphibolites, les diorites, le kersanton et l'hémithrène se confondent ensemble dans leur gisement, il est même très difficile de les distinguer minéralogiquement; dès lors j'ai dû les réunir en un seul groupe (1). Tantôt on voit un diorite à gros grains, granitoïde, bigarré et micacé, comme au nord de Kerbicta, ou un diorite porphyroïde, comme à Meil-Stanq-Bian; tantôt, au contraire, on observe une amphibolite compacte, schistoïde ou passant au diorite, comme à Kermovan; tantôt, enfin, on trouve une roche amphibolique très chargée de mica et souvent de pinite, ce qui constitue le véritable kersanton, comme dans la rade de Brest,

(1) Voyez : *Études géologiques faites aux environs de Quimper et sur quelques autres points de la France occidentale*, accompagnées d'une carte et de douze coupes géologiques, par A Rivière; brochure in-8°. Paris, 1838.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

auprès des falaises escarpées de Quelern, et dans les nombreuses anses qui résultent du déchirement des côtes, depuis la rivière du Faou jusqu'à celle de Landernau. Mais il est facile de reconnaître que cette dernière roche et l'hémithrène se lient intimement aux amphibolites ainsi qu'aux diorites, et qu'elles ne sont, par conséquent, que des variétés extrêmes de celles-ci. La couleur de ces roches varie du vert au bleu, au brun ou au noir, et la marcassite y est assez commune. Quelquefois ces roches d'épanchement sont représentées par une argile rougeâtre ferrifère, au milieu de laquelle on aperçoit de temps en temps des boules de diorite dans un état presque incohérent. Au reste, le diorite affecte souvent la structure du granite, et produit comme lui, en se désagrégeant, différentes particularités, dont je parlerai seulement lorsque je décrirai les granites, afin d'éviter les répétitions (1). La transformation du diorite en argile s'opère évidemment par l'action combinée de l'eau et de l'air, et le volume du diorite changé ainsi en argile est en raison directe de la quantité d'albite et de protoxide de fer qui entre dans la composition de cette roche.

Le contour du principal massif passe au N. de Kerbicta, à Meil-Stanq-Bian, au N. de Tynévez, à l'O. de Querlec, au S. de Leurriou, de Penhout, de Tygardien, de Kerroué, de Kernazet et de Kervouyec; la plus grande dimension visible de ce massif est de l'E. à l'O., de Kerscao à la métairie et au manoir de Kergadou. Les trois autres se réduisent à des boutons qui ont apparu, le premier au S. O. de Savardiry, le deuxième au N. du Brieux, et le troisième au N. de la Lorette.

En jetant un coup d'œil sur ma carte géologique des environs de Quimper, on est frappé de la relation intime qui existe entre les allures générales qu'affectent les terrains houillers ou à combustibles de ce pays, et celles qui caractérisent les roches dioritiques. Le terrain houiller de Quimper étant au S. de tous les massifs de diorites et d'amphibolites, les forces soulevantes ont dû agir de manière à faire incliner généralement vers le S. les couches carbonifères de Quimper : c'est ce que confirme l'observation ; tandis que la formation carbonifère de Kergogne, se trouvant au milieu des causes perturbatrices, a dû être disloquée et brouillée dans tous les sens : c'est encore ce que prouve l'observation. De plus, on voit que vis-à-vis de chaque massif dioritique, les couches houillères inclinent à l'opposite.

Outre les faits précédents, qui démontrent que les diorites et

(1) *Voyez* l'ouvrage cité précédemment.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les amphibolites n'ont apparu qu'après le dépôt houiller, l'absence complète de ces roches en fragments isolés dans ces formations carbonifères, vient lever les doutes les plus scrupuleux, au moins pour ce pays. Il est difficile de reconnaître où était le centre d'action des diorites et des amphibolites; néanmoins, à l'égard de la grande nappe qui s'est épanchée, je crois que la masse principale est sortie autour du Kermorvan; j'ajouterai enfin que les divers boutons qui paraissent dans la contrée n'ont probablement pas tous percé au même moment, quoiqu'ils se soient fait jour à des époques peu reculées les unes des autres.

Après avoir fait observer que les roches amphiboliques des environs de Quimper sont composées d'amphibole hornblende, je dois enregistrer, dès ce moment, diverses modifications qu'elles ont fait éprouver aux autres roches de leur voisinage.

On trouve un dépôt de gneiss, à peine de quelques mètres d'étendue, vers la limite des roches dioritiques au N. du Loc'h, au milieu du micaschiste et de la route de Briec, sous lequel il se cache. Ce gneiss est très fin, gris, quarzeux, et se lie intimement au micaschiste, auquel il passe. Or, ce gneiss est évidemment une modification du micaschiste produite par les roches amphiboliques qui gisent au-dessous et aux alentours.

Souvent le quarz se trouve dans le granite en minime proportion; le granite affecte alors une texture schistoïde et passe au gneiss, comme on le remarque sur la route de Lorient, au N. O. de Keravélou, au Loc'h et à Querlec, c'est-à-dire dans le voisinage des roches amphiboliques ou de certaines roches feldspathiques aussi d'origine ignée.

A Penvern, le talcschiste est ponctué; il présente des empreintes de jamesonite mâcle et passe au micaschiste, tandis qu'à Saint-Charles il passe au phyllade.

Au N. de Kerbicta, on voit un monticule dont le versant N. N. O. est très abrupt, et qui est généralement formé de talcschiste, de phtanite ou d'une sorte de quarzite talqueux. Dans la roche vive de phtanite et de quarzite, le talc n'est pas trop visible; mais dans la roche altérée, il devient très distinct. On y rencontre aussi, surtout au pied de la pente en face de Coatarzalou, un talcschiste gris-bleuâtre, et passant au phyllade satiné. Enfin les échantillons, qui sont ordinairement bleuâtres, appartiennent, les uns aux talcschistes, d'autres aux phyllades, d'autres aux lydiennes et d'autres aux quarzites. Mais le phtanite, la lydienne, le quarzite et le talcschiste, passant au micaschiste, sont dans le voisinage des roches amphiboliques, tandis que le phyllade se trouve à l'op-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

posé. Il est donc raisonnable de croire que la sortie des roches amphiboliques a diversement modifié la roche phylladienne.

Dans ce même endroit, au-dessus d'un sol argilo-talqueux, on rencontre un talcschiste argileux graphitifère, gris ou noir, traversé par une roche d'un blanc bleuâtre ou verdâtre, feldspathique, contenant de la smaragdite? des traces de calcaire et de pyrite; elle est probablement en puissants filons et se rattache aux roches amphiboliques. La présence de ce graphite ne serait-elle pas due au filon de la roche d'origine ignée?

Environs de Denée (*Maine-et-Loire*). — A Denée, sur la rive droite de la Loire, l'amphibolite est grenue, parfois schistoïde. Au milieu de cette amphibolite, on trouve une assez grande quantité d'hémithrène avec calcaire jaunâtre. Cette dernière roche est intimement liée à la première, et par des passages, c'est-à dire en perdant de plus en plus son calcaire, elle se fond avec l'amphibolite.

Environs d'Ancenis et d'Oudon (*Loire-Inférieure*). — Les roches amphiboliques des environs d'Ancenis (Loire-Inférieure) sont calcarifères et passent à l'hémithrène. Celles des environs d'Oudon sont souvent schistoïdes, renferment de l'épidote thalite, du grenat almandin et passent à l'éclogite; par leur altération elles deviennent schisteuses, et passent, du moins en apparence, aux chloritoschistes.

Ces roches amphiboliques ont pénétré le gneiss, l'ont considérablement modifié en le rendant amphibolifère et talqueux; elles ont de plus modifié beaucoup d'autres roches; enfin elles sont peut-être la cause de la formation du jaspe, du graphite et du filon de stibine que renferment les roches stratifiées. D'après ces détails, on voit combien le gisement d'Oudon offre d'intérêt au géologue.

Environs de Nort (*Loire-Inférieure*). — L'amphibolite, au N. E. de la ville de Nort, passe au diorite, et a modifié le combustible de cet endroit, combustible qui est très souvent à l'état d'anthracite.

Environs de Blain (*Loire-Inférieure*). — Aux environs de Blain, les roches dioritiques renferment de l'asbeste, passent à des roches serpentineuses, et paraissent avoir fait éprouver de grandes modifications aux roches de leur voisinage.

Saint-Christophe, près de Chollet (*Maine-et-Loire*). — Les roches dioritiques de Saint-Christophe, auprès de Chollet (Maine-et-Loire), offrent une amphibolite diallagique d'un vert noirâtre. Ces roches amphiboliques de Saint-Christophe se rattachent à celles des environs de Clisson.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Gorges, près de Clisson (*Loire-Inférieure*). — A Gorges, sur la rive de la Sèvre, le diorite et l'amphibolite ont traversé le gneiss, le micaschiste, la pegmatite et la syénite; le diorite y est souvent diallagique et contient de la nigrine; les roches qu'il a pénétrées en renferment également. Les accidents du sol, qui offrent aux environs de Clisson des paysages si renommés, et au milieu desquels coule la Sèvre nantaise, sont dus, en grande partie, au travail et à la présence des roches amphiboliques.

Nantes (*Loire-Inférieure*). — A Nantes, les roches dioritiques, qui se montrent en très grande quantité, sont une des causes qui ont produit les jamesonites mâcles, l'idocrase, l'épidote et divers autres minéraux. Mais, comme il y a eu un grand nombre de ces roches qui se sont épanchées aux environs de Nantes, et que les faits sont par conséquent très compliqués, je renverrai pour les détails à cet égard à l'ouvrage de Dubuisson, page 239 (1).

La Gaudonnière (*Vendée*).—A La Gaudonnière (entre Réaumur et Pouzauges), qui se trouve à la limite du granite et des terrains stratifiés, non loin de la grande arête granitique qui forme le partage des eaux au N. E. et au S. O., on voit un filon d'amphibolite qui se dirige vers Pouzauges.

Environs de Pouzauges (*Vendée*). — Le bas de Pouzauges est formé d'un granite noir à grains fins, tandis que le haut Pouzauges est formé d'un granite grossier de différentes couleurs. Or, le granite du bas de Pouzauges est traversé par des amphibolite noirâtres et par des roches quarzeuses verdâtres; ce granite est fréquemment amphibolifère. Les filons d'amphibolites sont quelquefois très rapprochés les uns des autres et enclavent alors de petites bandes de granite fin, comme ce dernier enclave souvent le granite grossier. Non seulement ces amphibolites ont pénétré les granites noirs, avec lesquels elles se confondent fréquemment, mais encore elles ont traversé le granite grossier, qui, au point de contact, est devenu amphibolifère et qui passe à une véritable syénite, ordinairement avec feldspath blanchâtre ou de couleur peu foncée. Les amphibolites des environs de Pouzauges sont compactes, renferment souvent de la marcassite et ont profondément modifié les autres roches au contact, comme je viens de l'indiquer. Le granite qui forme le haut Pouzauges est très feldspathique; il contient de grosses boules qui se détachent facilement

(1) *Catalogue de la collection minéralogique, géognostique et minéralurgique de la Loire-Inférieure*, par Dubuisson : un volume in-8° avec une carte, Nantes, 1830.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de la masse, et ce granite, qui a été très modifié par l'apparition du granite fin, des syénites, des eurites serpentineuses ? et des amphibolites, s'altère très promptement, car dans l'espace de cinq ans, l'altération va souvent jusqu'à un mètre de profondeur et même davantage. Les autres roches paraissent résister plus ou moins (1).

Les amphibolites des environs de Pouzauges traversent le granite grossier, le granite fin et le quarz serpentineux ? qui se rattache aux eurites serpentineuses? de Saint-Prouant; enfin sur d'autres points elles coupent également les syénites, les pegmatites et les porphyres; de sorte que l'âge relatif des amphibolites, par rapport aux autres roches, reste bien établi pour ces localités.

La direction des filons d'amphibolites et celle des granites noirs diffèrent peu entre elles. Or, celle des amphibolites a lieu sensiblement de l'E. S. E. à l'O. N. O. On observe très facilement ce fait lorsqu'on va de Pouzauges aux Herbiers, car les nombreux filons d'amphibolites qui lardent les granites coupent un peu obliquement la route.

Environs du moulin de la Traverserie, de la Foye et de Rochelmer. — A la limite du granite, en continuant de se diriger vers les Herbiers et près du moulin de la Traverserie, on trouve une amphibolite qui a modifié le granite et le phyllade, au contact desquels elle est. Ensuite on voit, auprès de la Foye, une amphibolite qui devient schisteuse et phylladienne, ou une argile rougeâtre suivant le degré de décomposition. Dans les environs de Rochelmer, le talschiste passe tantôt à un talschiste feldspathique compacte, tantôt à un micaschiste, par suite du voisinage des amphibolites.

Dans tous les gisements que je viens de décrire, l'amphibolite est composée d'amphibole hornblende.

Le Rochet. — Au Rochet, sur la route de Saint-Fulgent à Saint-Georges, on remarque de l'argile rouge qui résulte probablement de l'altération superficielle d'une roche amphibolique en bouton ou en filon. Vers l'E. S. E. de ce lieu, le talcschiste passe à un micaschiste verdâtre et pailleté ; tandis que vers l'O. N. O. du même endroit, on trouve une roche micacée qui paraît être de la grauwacke passant au gneiss par suite du voisinage de la roche amphibolique.

Environs de la Ranzisière, de Saint-Georges et de Montaigu. —

(1) En parlant des granites, je donnerai d'autres détails sur ces altérations.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Au N. de la Ranzisière, située au S. E. de Saint-Georges de Montaigu, on voit un diorite qui, dans la profondeur, est massif, mais qui devient très fissile quand il est altéré : il se divise alors en grandes plaques. La fissilité de ce diorite simule des couches dirigées environ du N. O. au S. E., c'est-à-dire dans le sens du clivage, qui paraît avoir affecté une direction approchée de celle des typhons. On macadamise la route avec la variété massive de diorite, tandis que l'autre variété sert pour les constructions. Saint-Georges est bâti sur un puissant typhon de diorite qui forme deux vallons pittoresques, et au milieu desquels coulent les deux Maines; ce typhon va vers Montaigu jusqu'à la limite du gneiss, et poursuit sa marche vers l'O. N. O., en laissant la ville sur le N. E. Ce diorite est souvent recouvert par un dépôt de cailloux et d'argile de 1, 2 et 3 mètres de puissance. Les diorites des environs de Montaigu ont traversé le gneiss, la pegmatite et le granite; ils ont considérablement modifié la composition de ces roches, et ont surtout changé leurs allures : le gneiss a été déchiré, fendillé dans tout son pourtour, et vers Montaigu il a pivoté dans tous les sens. Au milieu de toutes les roches de cette localité, on aperçoit des failles qui ont été remplies soit par des filons de quarz ordinaire, de quarz agate et de quarz jaspoïde, soit par des matériaux de transport.

Plus à l'est, entre Treize Septiers et Montaigu, on remarque différents filons de diorite qui ont plus ou moins modifié les grauwackes et les autres roches qu'ils ont traversées. Ce diorite est assez mal caractérisé ; il offre tantôt un diorite granitoïde, tantôt une amphibolite, tantôt enfin une roche fort difficile à déterminer. Je reviendrai, dans un autre travail, sur cette roche dioritique, qui paraît avoir des rapports de position avec des filons de granite.

Le diorite a considérablement modifié les roches qui sont dans son voisinage, du côté de Bouferré, et à tel point qu'elles sont actuellement méconnaissables. Je parlerai plus loin de ces modifications.

En partant de Montaigu pour aller à Viellevigne (Loire-Inférieure), après le premier moulin, on retrouve le diorite qui se divise en plaques, lorsqu'il est altéré et quand il renferme beaucoup de paillettes d'amphibole. Cette amphibole appartient au type hornblende, qui, par son altération, semble être non seulement de la variété actinote, mais encore du talc et de la chlorite. Les fendillements du diorite sont quelquefois inclinés de 35° à 45° vers le S. O. environ. Cette roche se divise également en petits prismes obliques et passe à l'amphibolite. La décomposition du dio-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rite produit, aux environs de Montaigu, comme dans plusieurs lieux de la Bretagne, une terre argileuse rougeâtre, très chargée d'oxide de fer, qui repose sur la roche vive et qui est employée comme mortier pour la bâtisse. Dans tout ce pays, les roches sont profondément altérées par le séjour de l'eau de pluie sur le sol, en sorte qu'il devient souvent fort difficile de les reconnaître. Le diorite des environs de Montaigu est granitoïde ou porphyroïde, vert ou bleu, avec des taches blanches formées par l'albite, et produit une roche d'un très bel aspect.

Au second moulin, l'argile rouge reparaît, circonstance qui annonce la présence du diorite. A la descente, près du ruisseau, on voit des veines de quarz, au milieu d'une argile, résultant de la décomposition d'une roche schisto-quarzeuse, verdâtre, jaunâtre ou rougeâtre, qui tient tantôt du diorite, tantôt du talcschiste, tantôt de la grauwacke, tantôt enfin du gneiss, mais qui paraît être un micaschiste ou un talcschiste modifié par le diorite. Après cette roche, le diorite se montre de nouveau; il est parfois très noir. Enfin, on le retrouve au N. O. de Viellevigne, où il a fortement modifié les roches et redressé le terrain carbonifère. Je reviendrai plus tard sur les environs de Viellevigne, ainsi que sur les accidents qui sont dus au diorite.

Environs de Saint-Colombin et de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu (Loire-Inférieure).—De Viellevigne, les roches amphiboliques passent à Saint-Colombin et à Saint-Philbert-de-Grand-Lieu, pour venir former de l'autre côté du lac différents mamelons.

Environs du Port-Saint-Père (Loire-Inférieure).—Au Port-Saint-Père, l'amphibolite forme une proéminence sur laquelle sont placés les moulins; elle est schistoïde; mais la direction de ses clivages n'est pas parallèle à celle des micaschistes. Cette amphibolite contient de l'asbeste et des cristaux de grenat. Souvent on remarque, comme en beaucoup d'autres points, une multitude de petits cristaux d'amphibole et d'albite qui se croisent dans tous les sens. Dans ce cas, l'amphibolite passe au diorite, comme naguère, par l'addition du grenat, elle passait à l'éclogite. A Loche-de-Genet, à l'O. du Port-Saint-Père, l'amphibolite est schistoïde et verdâtre; elle contient parfois de la marcassite. Au S. du Port-Saint-Père, c'est un diorite granitique, quelquefois schistoïde; il en est de même au S. O. Au marais de la Charie, situé au S. du Port-Saint-Père, l'amphibolite a traversé le granite et l'a rendu amphibolifère dans son voisinage.

Environs de Saint-Maixent (Deux-Sèvres). — Si l'on revient dans le Poitou à la limite du lias, on voit aux environs de Saint-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Maixent (Deux-Sèvres) les roches dioritiques sur deux points : à la Roche-au-Diable et dans le vallon du Puits-d'Enfer (1). On y trouve l'amphibolite, le diorite et l'aphanit. Meais je ne regarde ces roches que comme étant des accidents ou des passages des unes aux autres ; car elles sont intimement associées, se trouvent toutes trois sur le même point, et ne résultent que de la plus ou moins grande quantité d'amphibole hornblende réunie à de l'albite. Dans le vallon du Puits-d'Enfer, l'amphibolite recouvre en partie le gneiss ; parfois aussi elle y est intercalée et semble s'être fait jour à travers pour se répandre au-dessus dans une grande étendue. Cette amphibolite est tantôt compacte, tantôt schistoïde, et passe à une roche verdâtre, compacte, formée d'une pâte d'un vert clair, avec de petits cristaux de hornblende noire, qui sont disséminés en points. Le gneiss du Puits-d'Enfer est grossier, gris, composé de mica blanc, de mica noir et d'orthose blanche, qui domine et forme un gneiss très feldspathique. Le mica noir et la grande quantité de feldspath résultent probablement de la présence des roches amphiboliques. A la Roche-au-Diable l'amphibolite offre les deux variétés compacte et schistoïde. Le gneiss ainsi que l'amphibolite y sont traversés par un filon de quarz laiteux, rempli de veines de limonite et de rudiments de marcassite. Dans ce dernier lieu, le gneiss a également été modifié, et passe à la pegmatite grenatifère. Les roches amphiboliques, par leur voisinage, ont transformé, à Beau-Soleil et au moulin du Veillon, le talcschiste en une espèce de gneiss gris foncé, tirant sur le verdâtre ou le bleuâtre. C'est donc un véritable gneiss métamorphique. Enfin, le filon de quarz pyriteux de la Roche-au-Diable est, selon toute apparence, dû à l'action des roches amphiboliques.

Dans les environs de Saint-Maixent comme aux environs de Chantonnay et des Sables, les couches d'arkose, de macigno, de jaspe, d'argile, de marne, etc., du lias ne sont nullement modifiées ni dérangées au contact ou dans le voisinage des roches dioritiques ; elles n'affectent réellement que l'allure qui est spéciale aux terrains du groupe oolitique, circonstance qui prouve que la formation de ces terrains est postérieure à l'apparition des roches dioritiques.

Environs de Mouilleron en Pareds (*Vendée*). — Au S. O. de Mouilleron en Pareds, au milieu des terrains stratifiés, existent

(1) Voyez : *Notice géologique sur les environs de Saint-Maixent*, par A. Rivière ; brochure in-8°. Paris, 1839.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

plusieurs filons ou boutons d'amphibolite. Le phyllade et le talcschiste, qui passent l'un à l'autre, offrent une roche grauwacique marbrée, parfois feldspathique, amphibolifère, ressemblant d'autres fois à une amphibolite schisteuse, mais provenant des modifications subies par le voisinage de l'amphibolite

Environs de Sainte-Florence et des Brouzils. — Entre Sainte-Florence et les Essarts, à la limite des talcschistes et des phyllades, on voit un filon d'amphibolite dont la direction a lieu de l'E. S. E. à l'O. N. O. La roche schisteuse est rouge tout à l'entour. A une petite distance S. O. de ce premier filon, on voit de grandes carrières d'amphibolite, d'aphanite et de diorite; plus au S. O., on trouve encore deux filons d'amphibolite, de diorite et d'aphanite. Le phyllade aux alentours, principalement au S. O. des amphibolites, est devenu amphibolifère, noirâtre et passe à la sanguine en se décomposant. Par leur altération et leur décomposition, les roches dioritiques de cette partie, qui sont massives, compactes ou granitoïdes, lorsqu'elles sont vues dans la roche vive, deviennent schisteuses, et passent à des roches schisteuses; de manière que souvent on pourrait les prendre, soit pour des grauwackes fines, soit pour des phyllades, soit enfin pour des talcschistes. Ces roches dioritiques vont reparaître entre Chavagne et la Couchenière en un assez grand typhon, qui s'étend de la Brossette aux Brouzils; où elles se présentent soit à l'état de diorite, soit à l'état d'éclogite, soit enfin à l'état d'une roche tirant sur la serpentine; dans tous les cas, elles sont très altérées. De là nous les revoyons entre Viellevigne et Rocheservière.

Environs de Viellevigne (*Loire-Inférieure*). — Après le terrain houiller et le talcschiste mal caractérisé, on observe des boutons et filons de diorite parfois grenatifère. Ce diorite a percé le gneiss qu'il a modifié, ainsi que le talcschiste, et peut-être les roches du terrain carbonifère, dont les couches ont été relevées vers l'E. N. E., par les roches dioritiques. Celles-ci, qui sont enclavées dans une petite bande de gneiss, se rattachent, selon toute apparence, aux éclogites de Rocheservière, dont je vais parler.

Environs de Rocheservière et de Saint-Christophe. — L'éclogite de diverses nuances paraît avant d'arriver à Rocheservière. Là, l'éclogite est micacée, et devient schistoïde; il y a contact entre l'éclogite et le gneiss, qui est quarzeux et qui passe au micaschiste; ou bien c'est un véritable micaschiste qui passe au gneiss. On dirait également que la roche amphibolifère est quarzeuse en cet endroit; mais c'est principalement le grenat qui perd sensiblement sa couleur rouge, et qui, se mêlant avec l'albite et l'amphi-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

bole, lui donne cette apparence quarzeuse : cependant on trouve une éclogite fragmentaire verte, marbrée de blanc, composée de hornblende noire lamellaire, d'albite lamellaire blanche, de grenat almandin rouge, de mica blanc et même d'un peu de quarz hyalin gras. Les éclogites de Roche-Servière offrent toutes les variétés de composition et de texture : tantôt c'est l'amphibole hornblende qui domine, et qui, du reste, est souvent très distincte; tantôt c'est le grenat qui devient la base de la roche; tantôt le grenat s'y presente en petits grains cristallins; tantôt, au contraire, il s'y montre en gros cristaux; dans beaucoup de cas, c'est une roche fort belle, et qui serait susceptible de faire des objets d'ornement par la belle couleur de sa pâte et les cristaux de grenat rouge qui tranchent sur le fond. Cette roche, à cause de sa dureté, est difficile à polir; mais eu égard aux masses considérables qu'elle forme et à ses belles nuances, elle mériterait certainement d'être exploitée. Maintenant, elle sert à macadamiser les routes. L'éclogite de Roche-Servière a produit les principaux reliefs des environs de ce bourg. Les accidents du sol très variés et très pittoresques que présentent le gneiss, le micaschiste, l'éclogite elle-même, datent de l'époque de l'apparition des roches dioritiques. Au reste, le gneiss de Roche-Servière, ainsi que je le dirai par la suite, a été considérablement torturé et modifié, soit quant à sa composition, soit quant à sa texture et à sa structure, par l'apparition de ces roches amphiboliques.

Au N. de Grammont, située au N. de Saint-Christophe, sur la route de Roche-Servière, on voit, à la droite de la descente, une amphibolite, une eurite amphibolifère et un quarz serpentinoïde, qui ont considérablement modifié le gneiss, etc. Les roches dioritiques font un détour et reparaissent bientôt après le gneiss. Toutes les roches stratifiées sont excessivement modifiées par le voisinage des roches dioritiques; et l'on trouve au milieu des premières du graphite, résultant peut-être d'un pareil voisinage. Je reviendrai plus tard, en parlant du gneiss, sur ces modifications.

Environs de Saint-Étienne de Corcoué (Loire-Inférieure). — Depuis Roche-Servière, les roches dioritiques se continuent jusqu'au-delà de Saint-Étienne de Corcoué, à la Limousinière, etc., dans le département de la Loire-Inférieure. A Saint-Étienne, elles prennent un grand développement, et offrent surtout les espèces diorite et amphibolite; mais l'éclogite y paraît également mêlée au diorite et à l'amphibolite. On voit donc que l'éclogite n'est rien autre chose qu'un accident plus ou moins important des roches dioritiques, et que les unes et les autres ne pourraient être

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

séparées. Or, parmi les gisements de roches dioritiques de l'ouest de la France, c'est en Vendée, surtout à Roche-Servière que les éclogites ont acquis le plus grand développement; car, sur des étendues assez considérables, elles se montrent presque exclusivement.

Environs de la Thouarderie, de Villeneuve et de la Chataigneraye (*Vendée*). — Près de la Thouarderie, située au S. S. O. de la Jaudonnière, l'amphibolite est schistoïde. Dans son voisinage, les talcschistes renferment du graphite, comme cela se présente aussi dans beaucoup d'autres localités. Ce typhon d'amphibolite, qui s'étend depuis le N. de la Thouarderie jusqu'auprès de Villeneuve, se dirige dans un autre sens, vers les grands massifs du Pont Charron. Mais avant ce dernier lieu, on voit l'amphibolite reparaître en deux endroits principaux : 1° sur le chemin de Féaule à Saint-Philbert, en passant par la Chataigneraye ; 2° aux environs du dernier hameau. A moitié chemin environ de Féaule à Saint-Philbert, l'amphibolite est altérée et se trahit par une terre argileuse rougeâtre. Au N. O. de la Chataigneraye, on voit intercalé, au milieu des talcschistes amygdalaires et très quarzeux, un filon d'amphibolite qui a modifié plus ou moins ces talcschistes. Du reste, ce bouton ou filon se rattache aux amphibolites des environs de Chantonnay que je vais décrire avec détail, vu leur importance par elles-mêmes et par rapport au terrain houiller.

Environs de Chantonnay. — Les amphibolites constituent aux environs de Chantonnay deux massifs principaux ; mais ils peuvent, quoique séparés par des roches plus anciennes, être regardés comme ne formant intérieurement qu'un seul typhon qui s'est fait jour en deux endroits. Ces massifs sont situés au S. S. O. du terrain houiller. J'entrerai plus tard dans quelques considérations géogéniques à leur égard et relativement à leur rapport avec le terrain houiller. Je vais décrire d'abord séparément chacun de ces massifs.

Ces deux massifs forment un sol très accidenté et entrecoupé par de nombreux vallons; ils occupent tour à tour les parties les plus élevées et les plus basses de la contrée ; ils sont enfin traversés par les deux Lays un peu obliquement à leur largeur. Sur beaucoup de points, les amphibolites ont considérablement modifié les roches qui les avoisinent. Nous pouvons également rappeler ici qu'elles ont percé les grauwackes qui se trouvent dans des lieux plus éloignés, les granites de la chaîne principale de la Vendée, en un mot, indistinctement toutes les roches inférieures au terrain houiller.

En considérant dans leur ensemble les deux principaux massifs

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'amphibolite, nous voyons qu'ils sont formés en majeure partie d'amphibolites véritables, et qu'ils sont allongés environ dans le sens du S. E. un peu E. au N. O. un peu O., ou mieux de l'E. 35° S. à l'O. 35° N.

Le premier massif s'étend depuis le S. O. du Pont Charaud jusqu'à l'E. du vieux château de la Tabarière. Il limite le terrain houiller dans toute cette étendue.

Vers sa limite E. en venant à la Vildé, on voit d'abord du talcschiste en très petite quantité, puis des roches roussâtres passant parfois au phtanite, quant à l'aspect, et qui sont peut-être dans ce cas une amphibolite très chargée de feldspath. Plus près du village, on trouve des amphibolites schistoïdes vertes, dont la direction des feuillets a lieu du S. E. au N. O. et l'inclinaison vers le N. E.; ensuite, à côté de la Vildé un talcschiste qui provient peut-être des amphibolites altérées. Dans le village, on voit des diorites fins, renfermant des filons de quarz, de feldspath, et de petits filons d'une sorte de pegmatite; mais cette pegmatite et ce feldspath sont albitiques. Tout auprès des talcschistes, on remarque des filons de barytine et des filons de barytine avec quarz.

Entre le Pont Charaud et la Vildé, l'amphibolite est très altérée; elle ressemble à du véritable talcschiste et même à du phyllade. Le clivage de cette roche donne lieu vers la surface à une espèce de stratification, mais ce n'est qu'une apparence superficielle. L'amphibolite et le diorite de cet endroit sont traversés par des filons de quarz.

Dans le chemin du Pont Charaud à la Vildé on trouve une coupe qui montre une bande de 10 mètres de talcschiste comprise entre les amphibolites; ces dernières roches ont comprimé le talcschiste de manière que ses feuillets sont repliés en forme d'ellipses concentriques.

A l'extrémité du village, on est, sinon au point de contact des amphibolites avec d'autres roches, du moins sur des amphibolites altérées. On y trouve, en effet, une roche qui paraît être un talcschiste passant au micaschiste, dont la direction, difficile à prendre, a lieu environ de l'O. un peu N. O. à l'E. un peu S. E., et qui plonge vers le N. E. Cette roche renferme des veines de quarz qui courent dans le même sens que les feuillets. Plus loin, sur le chemin de la Fenêtre, les amphibolites sont parfois très schisteuses, et contiennent également des filons de quarz qui, avec les feuillets de l'amphibolite, se dirigent du N. O. au S. E. Ces amphibolites semblent quelquefois recouvrir le terrain houiller. Encore plus près de la Fenêtre, à la limite du terrain houiller,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les amphibolites schistoïdes offrent des feuillets dirigés de l'O. N. O. à l'E. S. E., en inclinant vers le N. N. E.

Sur la rive gauche de la Mosée, vers le moulin à eau de Martinette, on voit d'énormes massifs d'amphibolite tantôt schistoïde, verte et mouchetée, tantôt passant à une espèce d'aphanite. Cet endroit est rendu très pittoresque par le contraste frappant que produisent les têtes du gneiss talqueux et granitoïde de la rive droite, et celles de l'amphibolite, ainsi que par de jolies chutes d'eau, car la Mosée roule ses eaux dans le fond qui résulte du contact des deux roches. L'amphibolite, étant très chargée de paillettes d'amphibole hornblende, simule des couches, minces il est vrai, dont la direction a lieu de l'O. N. O. à l'E. S. E., avec une inclinaison vers le N. N. E.; de sorte que, d'un côté, la roche granitoïde, et de l'autre l'amphibolite, offriraient le résultat d'une grande cassure, d'une violente déchirure qui se serait effectuée lors de l'apparition de l'amphibolite, et qui aurait mis en opposition ces deux roches.

Ces amphibolites plongent sous le terrain houiller, et, selon toute apparence, forment en partie le fond du bassin. Elles se sont fait jour entre les roches anciennes et le terrain houiller, et généralement après le dépôt de celui-ci; car malgré leur contact immédiat avec le terrain houiller, on n'a trouvé, jusqu'à présent, aucun fragment d'amphibolites bien caractérisées, ni dans les poudingues ni dans les autres roches de ce terrain. A la vérité, j'ai reconnu, parmi les galets qui constituent les couches de poudingues qu'on rencontre sur la route de Chantonnay à Bourneseau, des fragments arrondis d'une roche très altérée et d'un gris bleuâtre ou verdâtre. Or, ces fragments pourraient bien appartenir à des amphibolites ou à des diorites; car ils ont à peu près le faciès de ces roches, autant du moins qu'on peut en juger par des échantillons altérés : cependant je n'ai pu découvrir, au moyen de l'analyse microscopique, aucun fragment déterminable, soit d'amphibole, soit d'albite. D'un autre côté, les galets dont il s'agit ressemblent beaucoup au granite fin et noir de Pouzauges, à certains échantillons de l'eurite de Saint-Prouant, et même à d'autres roches; en sorte que je ne saurais décider définitivement la question de savoir si ces galets appartiennent réellement à des roches dioritiques. Au reste, tout en admettant que les diorites se trouvent en galets dans les poudingues de la base du terrain houiller, il n'en est pas moins certain que ces roches dioritiques n'ont commencé à venir au jour que tout au plus immédiatement avant la formation des terrains du groupe carbonique, que cette

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

première apparition n'a eu lieu probablement qu'après qu'une partie de ces terrains a été formée, et que la mise au jour des masses principales de ces roches s'est effectuée immédiatement après la formation de la partie supérieure des terrains du groupe carbonique.

Il est assez probable que les amphibolites ne forment pas de petits filons, ni de dykes, ni de filons-couches au milieu des terrains houillers de la Vendée et de la Bretagne, puisque rien de semblable n'a été encore rencontré, circonstance qui est, du reste, très heureuse pour l'exploitation.

Au N. E. du terrain houiller de Chantonnay, entre la protogyne schistoïde et les phyllades, à moitié chemin environ du Puybelliard à Saint-Germain, on voit un bouton d'amphibolite altérée qui passe à la grauwacke et qui donne une terre rougeâtre, caractéristique des amphibolites; c'est probablement un bouton ou un filon dépendant des amphibolites qu'on trouve au S. O. de Chantonnay.

Il peut bien encore exister dans le voisinage du terrain houiller quelques autres petits boutons ou filons d'amphibolites, mais je n'en n'ai pas aperçu. Au reste, il serait important, comme on le verra bientôt, pour déterminer les allures du terrain houiller, de faire des recherches exactes à ce sujet.

Le second massif, beaucoup plus considérable que le premier, s'étend depuis la rive gauche du Grand-Lay, à l'O. de Saint-Philbert, et au N. du Charpre, jusqu'au N. du Moulin-Mignon sur le Petit-Lay, et jusqu'aux environs de Saint-Martin-des-Noyers.

Depuis le N. du Charpre jusqu'au Pont Charron, on voit des amphibolites schistoïdes, mais compactes dans leur état normal, et formant, dans tous les cas, de l'argile rouge par leur décomposition. La route, dont la pente vers le Pont Charron est très rapide (de 10 à 11°), a été percée au milieu de ces amphibolites. A la descente dans le bois, on reconnaît que, malgré son apparence schisteuse, l'amphibolite ne présente réellement aucune couche, seulement elle montre des fendillements et prend à la surface une texture schistoïde. On remarque en ce lieu tantôt une amphibolite verte, tirant sur le noirâtre, à petites paillettes d'amphibole hornblende, et ressemblant à celle de la rive gauche de la Mosée; tantôt une amphibolite d'un vert foncé, grenue, paraissant formée de petites paillettes d'amphibole fortement réunies, avec des traces de marcassite; tantôt enfin une amphibolite verte, schisto-compacte pailletée, avec marcassite. On voit dans ces amphibolites des filons

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de quarz qui traversent la route et qui se dirigent sensiblement de l'E. S. E. à l'O. N. O.

Le massif d'amphibolite traverse la rivière, remonte un peu sur la route et sur le mamelon situé à l'O. de la route. On voit, sur la rive droite du Grand-Lay, des amphibolites avec des diorites fins, simulant du gneiss fin et devenant des roches très micacées à la surface.

A la moitié de la descente sur la route de Chantonnay à Bournezeau, entre le Marchay et le Pally, on trouve une amphibolite qui paraît anomale de prime abord, soit par son altération, soit par sa texture souvent schistoïde, soit enfin à cause des filons de quarz qui la traversent. A la surface, c'est une amphibolite micacée, quelquefois simulant une roche schisteuse mâclifère, avec grenats roux disséminés, qui passe, en s'altérant, à une espèce de talcschiste ou de chloritoschiste, vert-brunâtre plus ou moins bigarré de rouille, et qui produit par sa décomposition une terre argileuse d'un rouge brun. Elle renferme beaucoup de filons de quarz, et paraît souvent à l'œil n'être qu'un chloritoschiste ou même un talcschiste fortement chargé d'amphibole. Quoi qu'il en soit, lorsque la roche est prise assez profondément, lorsqu'elle est vive, on a une véritable amphibolite, dont les parcelles d'amphibole en cristaux indéterminables sont enchevêtrées les unes dans les autres ou disposées comme les paillettes de mica et de talc dans le micaschiste et le talcschiste très compacte. A la faveur de la décomposition de l'albite, qui s'y trouve souvent en très petite quantité, et de l'amphibole, elle donne, je le répète, une roche schisteuse, et dans un état plus avancé de décomposition, une terre argileuse plus ou moins rougie par le peroxide de fer, qui provient du protoxide de fer contenu dans l'amphibole. Les carrières ouvertes pour l'entretien des routes permettent de s'assurer que cette amphibolite ne présente aucune stratification comparable à celle des roches stratifiées, et même à celle des roches nommées métamorphiques.

Vers un vallon sensiblement parallèle au cours du Petit-Lay, c'est-à-dire au S. O. de Revetisan, et au S. E. du Châtaignier et des Paineries, on voit, à la limite des amphibolites et du gneiss, un diorite fin, jaune-verdâtre ou grisâtre, que l'on prendrait pour du gneiss passant à une espèce de micaschiste. Ce diorite, qui offre une texture schisto-grenue très serrée, n'a pas sa pâte uniquement composée d'albite, car elle renferme une grande quantité de petits grenats rouges, transparents, et plus ou moins distincts de la pâte,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

avec laquelle ils se confondent dans beaucoup de points; tandis que dans d'autres, les cristaux de grenat, quoique microscopiques, sont distincts de la pâte albitique et de la hornblende verte.

Au S. et au S. O. des Crosseries, en marchant vers le Petit-Lay, on trouve des amphibolites schistoïdes, dont les têtes qui sortent de terre et qui offrent des accidents de terrain très prononcés, sont dirigés de l'E. sensiblement S. à l'O. sensiblement N. De chaque côté des Corseries et de la Pouzaure, les amphibolites produisent des sites très pittoresques. Il en est de même plus au N. le long du Lay, sur la rive droite, du côté de Saint-Hilaire-le-Vouhis.

Au S. du moulin Chadeau, sur la rive gauche d'un ruisseau qui coule de l'E. à l'O. pour porter son tribut au Petit-Lay, les amphibolites passent au diorite jaunâtre tacheté de vert, ainsi qu'à une espèce d'eurite. Il n'est pas certain que la pâte des diorites et de l'eurite soit entièrement composée de feldspath albite; car il semble y entrer des fragments indiscernables de grenat. Du reste, ces roches sont fort belles, et leurs têtes ainsi que leurs fausses-couches se dirigent de l'E. un peu S. E. à l'O. un peu N. O en inclinant vers le S. un peu S. O.

Sur la rive droite du Petit Lay, vis-à-vis le Pont Chadeau, on retrouve le prolongement des amphibolites : on y voit tantôt une amphibolite verte avec quarz et passant à une espèce de chloritoschiste; tantôt une roche compacte pailletée brillante, d'un beau jaune roux de mica et passant à une espèce de micaschiste, mais provenant réellement de l'altération des roches amphiboliques. L'amphibolite verte, ici comme ailleurs dans ce grand massif, renferme fréquemment des paillettes de pyrites de fer jaune ou marcassite; or, c'est souvent à cette circonstance que la roche doit la texture et l'aspect du micaschiste. Saint-Hilaire-le-Vouhis se trouve encore bâti sur un massif pittoresque qui est formé par le prolongement des amphibolites. Sur la rive gauche du Petit-Lay, aux environs de Pont Chadeau, notamment sur le chemin de Chantonnay à Saint-Hilaire-le-Vouhis, on voit associée aux roches amphiboliques une roche jaune brunâtre à texture fine, serrée, veinée de vert noirâtre, ressemblant à un gneiss compacte, mais qui n'est autre chose qu'une variété extrême d'amphibolite, c'est-à-dire un diorite peu chargé d'amphibole, à éléments très divisés et peu distincts. La pâte de cette roche renferme aussi quelques parties de grenat.

A partir de la Pouzaure jusqu'au N. du moulin Mignon ou du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Gué, le Petit-Lay coule dans une cassure tortueuse et formée entièrement de roches amphiboliques.

Aux Villates et à la Métairie, nous trouvons encore les amphibolites.

Dans l'espace compris entre le moulin Chadeau et les Magnils, on voit : 1° des amphibolites schistoïdes, sensiblement grenatifères et semblables à celles des environs du Pally; 2° des amphibolites schistoïdes fibreuses, d'un vert grisâtre avec hornblende d'un vert clair, disposée en houppes allongées. Cette dernière variété renferme quelques grenats et passe à une espèce de micaschiste vert. On remarque également une amphibolite schisteuse d'un vert jaunâtre, remplie de grenats rougeâtres et de paillettes de marcassite disposées comme les paillettes de mica le sont dans le micaschiste. Il serait possible de traiter comme minerai de fer pour certains usages cette variété d'amphibolite en raison de l'abondance des grenats, de l'amphibole et surtout des pyrites. On observe enfin une très belle éclogite compacte d'un bleu verdâtre, devenant blanche par la cassure, et très chargée de cristaux de grenats d'un rouge rose. Ici, il est facile de voir que la pâte est albitique, et que la roche est simplement un diorite grenatifère.

A l'O. et au S. O. des moulins Tourneaux, les amphibolites sont très évidentes.

Dans un vallon situé à l'O. N. O. de Reputet est une roche schisteuse, du moins à la surface, et dont la direction a lieu du N. N. O. au S. S. E. avec une inclinaison vers l'O. S. O. Cette roche paraît être vers le N. une espèce d'amphibolite passant tantôt au diorite, tantôt à un talcschiste. Dans ce lieu, on est probablement au point de contact de l'amphibolite avec d'autres roches; mais il est difficile de les distinguer, de donner à chacune le nom qu'il lui convient, et par suite de tracer rigoureusement leurs limites. Mes cartes géologiques, mieux que des descriptions, montreront la position relative de ces roches considérées dans leur ensemble.

Aux Tourneaux, le site est admirable par son aspect pittoresque, par les grottes qui existent au milieu des amphibolites, par le jeu du Lay, ainsi que par un petit ballon compris entre un tournant de la rivière. Ce ballon, un peu allongé du N. E. au S. O., est formé d'amphibolites ordinaires et d'une roche vert-rougeâtre, schisteuse, et composée d'amphibole verte (probablement de hornblende) et de felspath rose (probablement de l'albite), avec quelques fragments de grenats. C'est en un mot une amphibolite

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

qui passe par l'altération, soit à une espèce de talcschiste, soit à une espèce de protogyne. Au N. des Tourneaux, sur le versant N. du vallon qui va sensiblement du N. N. E. au S. S. O., la direction des fausses couches et des filons de quarz qui les accompagnent a lieu de l'E. S. E. à l'O. N. O., tandis qu'un peu plus au N. elle a lieu de l'E. à l'O. en montrant une inclinaison vers le S.

Les amphibolites vont ensuite passer à une petite distance O. de l'Audonière et de Bordevert, où elles ont considérablement modifié les roches schisteuses, comme je le démontrerai dans une autre partie de la description des terrains de la Vendée. J'ajouterai que dans le lit des deux Lays et dans les ravins qui aboutissent à ces rivières, on trouve du sable rempli d'une multitude de points noirs très brillants, qui sont du fer oxidulé aimant ou de la nigrine, résultant de la désagrégation des amphibolites. Enfin les amphibolites qui ont continué à remonter les bords du Lay tournent au S. du moulin Mignon ou du Gué, suivent à peu près le côté gauche du chemin du Gué au Colombier jusqu'à une petite distance, retournent passer au S. E., à l'E. et au N. du moulin bâti entièrement sur ces roches, et traversent le Lay à la limite du lias pour revenir à l'O. se terminer dans les environs de Saint-Martin-des-Noyers, où elles ont encore considérablement modifié les roches schisteuses.

La présence des amphibolites au S. S. O. du terrain houiller de Chantonnay ne laisse aucun doute sur la poussée générale que ces roches ont exercée de ce côté. Or, il en est de même au N. N. E. de ce terrain; car, si je n'ai cité qu'un petit massif d'amphibolite entre Puy-Belliard et Saint-Germain, il en existe d'autres vers Pouzauges, les Herbiers, Mouilleron-en-Pareds, etc.; de sorte que le terrain houiller, comprimé des deux côtés et de bas en haut, a été froissé et relevé en forme de V ou de U, lorsqu'on envisage son allure en grand.

La Barre et le Plessis-Cosson. — Je viens de dire que le grand gisement d'amphibolite des environs de Chantonnay se terminait auprès de Saint-Martin; mais les amphibolites reparaissent bientôt après : ainsi l'on voit un massif considérable de ces roches, à partir de la Barre jusqu'au Plessis-Cosson. Entre la Barre et le Plessis-Cosson, situé au S. S. E. des Essarts, on trouve un diorite qui est composé d'amphibole hornblende noire (probablement de l'ouralite) et d'albite mêlée d'amphibole, ce qui donne à ce dernier minéral une teinte jaune-verdâtre. La roche est d'un vert bleuâtre, à texture compacte, tirant sur la texture grenue; elle

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

renferme de la marcassite, et offre à tel point les caractères de certaines roches nommées serpentines, que différents géologues la prendraient pour une serpentine. Or, il est évident que c'est ici un véritable diorite ou une aphanite dépendant des diorites.

Environs des Essarts. — A l'O. des Essarts, le diorite forme un massif assez étendu et qui se contourne pour se remontrer à 3 kilomètres environ à l'O. En ce dernier point, le gneiss est altéré; il contient deux feldspaths et passe à une roche amphibolique. On y voit aussi du quarz amphibolifère. Ce même massif est à découvert à la Croix-de-l'Ormeau; là c'est un diorite vert avec pyrites, qui, à 500 mètres au N. N. O. des Essarts, passe à la serpentine et à l'eurite; tandis qu'à la Chauvinière, située au N. N. O, on trouve tantôt du diorite, tantôt de l'éclogite, tantôt enfin une roche amphibolique qui simule la serpentine compacte; dans tous les cas, ces roches sont très altérées à la surface.

La Verennière. — A la Verennière paraît un bouton d'amphibolite qui dépend probablement du massif précédent.

Saint-Denis-la-Chevasse. — Aux environs de Saint-Denis-la-Chevasse on voit un gisement d'amphibolite noirâtre, de diorite et d'éclogite; cette dernière roche domine surtout en tirant vers la route de Bourbon à Montaigu et le pont de la Boulogne.

Moulin Albert. — Une suite de boutons d'amphibolite est formée par le gisement du moulin Albert, par celui du château du Plessis et par celui de l'Orberie. Entre le château de la Bougisière et le moulin Albert, situés sur les bords de la Vendée, les amphibolites ont produit un contournement très remarquable, dont la base est baignée par la rivière; elles ont également modifié considérablement les roches, comme nous le verrons plus tard; elles ont surtout donné lieu à des roches qui se rapprochent des hyalomictes.

Environs de Saint-Laurent-de-la-Salle. — Entre Saint-Laurent-de-la-Salle et Saint-Martin-Lars, à la Maison Neuve près du Plessis et à l'E. de l'Orberie, on voit une amphibolite verte ou noirâtre.

Environs de la Grollerie, entre la Garnache et Machecoul. — Dans la direction précédente, à la limite du département de la Vendée et de celui de la Loire-Inférieure sur la route de la Garnache à Machecoul, on trouve un autre massif d'amphibolite et de diorite.

Environs de Saint-Ouen. — Dans la pratie S. O. du département de la Vendée, entre les Moutiers, les Maux-Faits et Bournesceau, ou mieux entre la Châtaigneraye et Laudjonnière, on voit au milieu du talcschiste, passant au phyllade, quelques filons d'une

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

roche mal caractérisée, qui serait classée par certains auteurs dans les ophiolites ou les serpentines compactes et euritiques, mais qui paraît être simplement un diorite verdâtre dans le genre de celui qu'on trouve entre Saint-Martin des Noyers et les Essarts, dans les environs de Mormaison, etc.

Environs d'Olonne. — Aux alentours d'Olonne, le diorite et l'amphibolite occupent une très grande étendue. Sur la plupart des points, l'amphibolite non seulement se montre dans les mêmes gisements que le diorite, mais encore se confond tellement avec celui-ci que l'on ne pourrait dire si certaines parties du massif appartiennent plutôt à l'une qu'à l'autre des deux roches.

Le massif dioritique des environs d'Olonne commence au S. E. des Bois et de l'Aumônerie ou au N. O. de la Charmellerie, en formant par son contour extérieur une courbe qui va, en s'élargissant, couper en deux points la route des Sables à Olonne et passer à l'O. S. O., au moulin de Champaillards, à l'Aurière, au N. O., à l'Aumônerie, à une petite distance S. O. du bourg d'Olonne et au N. de la Bauduère, pour se perdre ensuite sous les marais. Mais il ne reparaît plus de l'autre côté des marais et des dunes sur la côte; de sorte qu'en supposant qu'il s'étende sous le marais et les dunes, il est tout au moins circonscrit par la côte. Ce massif est donc allongé dans le sens de l'E. S. E. à l'O. N. O.

Je n'ai indiqué qu'un seul massif, parce qu'on peut regarder tous les petits boutons ou filons des environs d'Olonne comme se réunissant et ne formant alors qu'un seul typhon, surtout vers la limite E. S. E. Ces nombreux boutons ou filons montrent à la surface des solutions de continuité par la présence de la mâcline qu'ils ont percée en la déchirant plus ou moins. Lorsqu'on suit, en effet, la route des Sables à Olonne, on peut voir ces alternances nombreuses que montrent la mâcline et les diorites.

Les variétés que présentent le diorite et l'amphibolite des environs d'Olonne sont très nombreuses. A la Bauduère et au village du Bois l'amphibolite est semi-lamellaire ou fibreuse et d'un vert noirâtre. Entre la Bauduère et la Salle, au-dessous d'Olonne, la roche est entièrement noire. Au moulin de la Guerinière, entre les Sables et Olonne, l'amphibolite est compacte, verte, et passe à la serpentine. A l'O. N. O. d'Olonne, l'amphibolite est grossièrement schisteuse et d'un vert noirâtre; à la surface, elle se sépare en nombreux fragments; mais à mesure qu'elle s'enfonce, elle prend de la consistance. Vers la limite S. E. du gisement des environs d'Olonne, l'amphibole s'étale dans l'albite en fibres soyeuses divergentes, sous la forme de petites houppes nacrées;

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

quelquefois elle est disséminée en particules fines, et les échantillons présentent alors seulement une couleur verte, en produisant une sorte d'aphanite ou d'eurite amphibolique. A la Salle, la hornblende se trouve en taches allongées dans l'albite, ce qui donne lieu à une roche zébrée de blanc et de vert. Entre la Salle et Olonne, on voit une variété de diorite qui, par la disposition des zones rectilignes d'albite alternant avec des zones d'amphibole verte, se rapprocherait beaucoup du granite orbiculaire de Corse, si les zones étaient concentriques. D'autres fois on trouve un diorite porphyroïde blanchâtre, bleuâtre ou verdâtre; ou bien on remarque, comme aux environs du village du Bois, un diorite composé de cristaux d'amphibole bleu-verdâtre qui se dessinent en taches allongées dans une albite d'un blanc rosâtre.

Pour résumer les principales variétés de ces roches amphiboliques, je dirai qu'on voit l'amphibolite lamellaire, noire à fragments cristallins, et plus ou moins entrecroisés; l'amphibolite compacte et l'aphanite compacte ou schistoïde; le diorite lamellaire d'un vert plus ou moins foncé; le diorite granitoïde vert; le diorite semi-porphyroïde vert foncé ou vert-bleuâtre; le diorite compacte et présentant une pâte uniforme d'un gris verdâtre, formé d'un mélange intime d'albite et de hornblende, et ponctué de vert; le diorite porphyroïde d'un vert taché de blanc ou d'un blanc taché de vert; le diorite porphyroïde renfermant deux feldspaths, l'un rose, l'autre olivâtre, mais se fondant l'un dans l'autre, avec calcaire et passant à l'hémithrène; le diorite vert, calcarifère, passant à l'hémithrène et à la serpentine; l'amphibolite compacte verte, passant à la serpentine. A la Salle l'amphibolite renferme du mica brun et se rapproche du kersanton. Enfin ces roches offrent souvent de la marcassite.

Les roches dioritiques que je viens d'énumérer sont ordinairement du plus bel effet, et pourraient certainement soutenir la comparaison avec les plus beaux matériaux que les anciens ont employés pour la décoration de leurs monuments. Aux environs d'Olonne, elles servent à macadamiser les routes.

Les roches dioritiques des environs d'Olonne se sont fait jour à travers la protogyne, le talcschiste, la mâcline, le phtanite, la lydienne, le phyllade passant au schiste alumineux, le gneiss et le cipolin, ainsi qu'on peut le voir sur ma carte géologique de la Vendée. Ces roches dioritiques ont souvent modifié, soit la texture, soit l'allure, soit la composition des autres roches, comme je le démontrerai en décrivant ces dernières dans leurs groupes respectifs. Ainsi les mâclines sont peut-être dues à une modification spé-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ciale des talcschistes ; le cipolin, à une modification du calcaire ; les protogynes granitoïdes, à une modification des protogynes schisteuses, etc. ; comme la présence du graphite au milieu des mâclines et celle de la lydienne dans le talcschiste ne résultent peut-être que de l'action des roches dioritiques. Mais si ces dernières roches ont opéré des changements en beaucoup de points, elles sembleraient avoir eu peu d'influence en d'autres vers le N. O. ; car elles y sont en contact avec des phyllades rouges qui passent aux schistes alumineux, qui ont la texture ordinaire des phyllades, et qui présentent les caractères qu'ils offrent ailleurs sur la côte et sur leur prolongement dans le voisinage des porphyres ou eurites.

Quoi qu'il en soit, les roches dioritiques des environs d'Olonne sont sorties à travers des fentes qui ont donné lieu à un relèvement du sol tant vers l'E. que vers l'O., de manière à produire deux bourrelets, l'un du côté de l'Océan, et l'autre plus élevé, presque parallèle à celui de la mer, mais à 4 kilomètres de distance, et laissant dans l'intervalle occupé en partie par les amphibolites un chenal qui a été presque comblé soit par le lias, soit par la tourbe, des sables, de l'argile, etc.

§ III. *Résumé.*

Après avoir exposé les détails précédents, je vais essayer de résumer quelques unes des principales questions qui en découlent.

Les roches dioritiques sont très répandues dans la France occidentale, et y forment souvent des typhons très considérables ; elles se présentent avec les mêmes caractères généraux depuis le Limousin jusqu'à la pointe de Bretagne, et partout dans cette étendue de pays elles ont joué un rôle important. Si j'envisageais d'autres parties de la France, telles que l'Auvergne, les Pyrénées, les Alpes, etc., je trouverais encore les roches dioritiques avec des caractères semblables, mais sur des échelles plus ou moins différentes.

Le relief le plus prononcé de la France occidentale, celui qui affecte toutes les roches, depuis les plus anciennes jusqu'au terrain houiller inclusivement, est précisément celui qui est spécial aux terrains du groupe carbonique, c'est-à-dire celui qui a été produit par les déchirements, dont une des conséquences a été l'apparition de ce grand nombre de filons et de typhons de roches dioritiques qu'on trouve dans cette région de la France.

Tous les boutons ou filons de roches dioritiques de la France

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

occidentale offrent entre eux un alignement ou un parallélisme constant, et tous les massifs ou typhons, pris isolément ou bien dans leur ensemble, présentent, comme les filons, une allure générale qui est dirigée de l'E. S. E. un peu E. à l'O. N. O. un peu O.

Les roches dioritiques sont toujours d'origine ignée, par conséquent elles ne sont jamais réellement stratifiées; l'apparence de stratification qu'elles présentent souvent, surtout à la surface, résulte constamment soit de la décomposition de la roche, soit de la disposition des cristaux ou lamelles d'amphibole hornblende dans un sens général, soit de fendillements, soit de l'extension horizontale ou inclinée d'un typhon, soit enfin d'une espèce de laminage qui a eu lieu entre des strates d'autres roches au moment de la sortie des premières. J'ajouterai, en outre, que l'on prend quelquefois pour des roches dioritiques des roches vertes, qui sont composées de chlorite, de talc ou de mica verts, ou bien des roches schisteuses amphibolifères, et que cette erreur de minéralogie fait admettre, trop légèrement, il est vrai, des diorites, des amphibolites, etc., schisteuses ou stratifiées.

Les roches dioritiques ont traversé et disloqué tous les terrains depuis les plus anciens jusqu'au terrain houiller inclusivement, c'est-à-dire que leur épanchement final a eu lieu immédiatement après le dépôt du terrain houiller; car elles ont disloqué tous ces terrains, et n'ont, au contraire, affecté aucun des terrains postérieurs au terrain houiller. Les roches dioritiques ont ainsi terminé la série apparente des roches d'origine ignée de la France occidentale : ce sont donc les roches d'épanchement les plus modernes qui aient apparu dans cette partie de la France, et leur direction générale se rapporte à celle du système de soulèvement que M. Élie de Beaumont a désigné sous le nom de système du Bocage et des Ballons, quoique l'époque de leur apparition ait eu lieu après la formation des couches houillères.

Nulle part, dans la France occidentale, on n'aperçoit de terrains des groupes pénéique et triasique; les roches dioritiques sont donc, pour ainsi dire, la cause de l'absence de ces terrains compris entre le terrain houiller et le lias, les terres ayant été émergées et le sol façonné par la catastrophe qui a fait sortir les roches dioritiques des entrailles du globe.

Il est probable que toutes les roches dioritiques ne sont pas sorties au même instant sur tous les points, quoique les époques de leur épanchement aient été géologiquement très rapprochées les unes des autres. Il est aussi possible que quelques uns des filons

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ou typhons de roches dioritiques aient été produits par la continuation, pendant le commencement de la formation des terrains pénéens, du grand épanchement qui a eu lieu lors du relèvement du terrain houiller. Dans tous les cas, ce qu'il y a de positif, c'est que, tout en admettant certains épanchements de roches dioritiques, durant la formation des terrains du groupe carbonique, et au commencement de celle des terrains pénéens, le grand épanchement ou la formation principale des roches dioritiques, et qu'on peut nommer formation normale, a eu lieu après le dépôt des couches du terrain houiller, dont elle a interrompu la formation en terminant ainsi la série des terrains du groupe carbonique.

L'examen de la position des roches dioritiques, relativement au grès rouge et au todteliegende, dans les Vosges et ailleurs, confirme les résultats auxquels je suis parvenu en étudiant plus spécialement les roches dioritiques de la France occidentale.

L'allure de la partie des terrains houillers de la Vendée, qui existe vers Chantonnay, Saint-Philbert, Vouvant, Faymoreau et Saint-Laurs, est liée à celle des diorites, comme je l'ai déjà fait voir en décrivant les terrains houillers de la Vendée. Ainsi, à Saint-Laurs, les couches pendent au S., parce que les amphibolites sont au N.; à Faymoreau, elles plongent au S. et au N., les amphibolites se trouvant au N. et au S.; vers Vouvant, elles pendent plus ordinairement au S., les roches amphiboliques étant au N.; à Saint-Philbert, elles inclinent généralement au S.; à Chantonnay, elles pendent tantôt au N., tantôt au S.; à la Marzelle, elles plongent au N.; et dans toute cette étendue de pays les couches du terrain houiller sont en relation directe avec les roches dioritiques. L'ensemble du terrain houiller, compris depuis Saint-Laurs jusqu'aux Chaffauts, a donc été froissé comme les feuillets d'un livre, et offre alors des couches dont les surfaces, si elles étaient prolongées depuis Saint-Laurs jusqu'aux Chaffauts, seraient à plusieurs courbures, comme je le montrerai en détail dans la description des terrains houillers de la Vendée.

Le terrain houiller dont je viens de parler est parallèle aux terrains à combustible de la basse Loire, à ceux de Viellevigne, de Sablé, de Quimper, de Kergogne, de la baie des Trépassés (Pont-Croix), etc.; et tous ces terrains ont des rapports, sinon semblables, du moins analogues, avec les roches dioritiques.

Les terrains du groupe carbonique (terrains du vieux grès rouge, du calcaire carbonifère et houiller) ont non seulement pris l'allure

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

générale qui a été imprimée par la sortie des roches dioritiques, ou pour mieux dire par les cassures dont l'épanchement des roches dioritiques est la conséquence ; mais encore ils ont affecté tous les accidents de contour des roches dioritiques, et par conséquent ont ainsi calqué leur allure sur celle des roches dioritiques.

Voyant les relations intimes qui existent entre les allures des terrains du groupe carbonique et celles des roches dioritiques, il est évident qu'il importe de tracer exactement le contour de celles-ci; car, d'après leurs positions et leurs formes, on reconnaîtra les allures des terrains du groupe carbonique.

Dans la France occidentale, les roches dioritiques ont fait éprouver aux terrains antérieurs des modifications de deux genres : celles qui sont relatives à leurs allures, et celles qui sont relatives à la texture et à la composition de leurs roches. J'ai indiqué les dislocations, les changements d'allure et de niveau produits par ces roches, les vallées et les vallons qui en sont résultés, et le nouveau relief qui est venu effacer ceux qui caractérisaient chacun des terrains antérieurs, à tel point qu'il est difficile actuellement dans cette contrée de reconnaître exactement les allures propres aux terrains inférieurs au groupe carbonique.

Les roches dioritiques ont souvent fait subir de grandes modifications aux autres roches de leur voisinage en donnant naissance à un changement de texture ou de composition, soit en introduisant différentes substances minérales ou en déterminant la formation de certains minéraux, soit en enlevant ou en substituant d'autres principes ; mais toutes ces modifications ne s'étendent généralement qu'à une petite distance du contact des roches dioritiques.

Certains filons métalliques ou pierreux sont liés à l'apparition des roches dioritiques : ce sont ceux qui ont la même direction que ces roches, c'est-à-dire ceux qui résultent du remplissage des fentes produites à la même époque. Les filons de stibine et de galène de la Vendée, de la Loire-Inférieure, etc., seraient, en général, de cette époque.

Enfin, depuis leur sortie, les roches amphiboliques ont éprouvé elles-mêmes des modifications considérables par leur altération et leur décomposition : ces modifications sont, toutes choses égales d'ailleurs, en raison de la quantité de protoxide de fer et de l'albite qu'elles renferment. Par l'action combinée de l'air et de l'eau, le protoxide de fer passe à l'état de peroxide hydraté, et l'albite perd en grande partie son alcali. De là résultent des argiles sili-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ceuses rouges ou jaunes, quelquefois très riches en fer, et qui pourraient même être regardées comme de véritables minerais de fer.

M. de Wegmann communique à la Société l'analyse suivante du Mémoire en allemand, lu par M. le colonel de Hauslab au congrès scientifique de Gratz, *Sur la distinction entre les bassins orographiques, hydrographiques et géologiques.* (Cette notice vient à l'appui des cartes envoyées par le colonel à la Société et déposées dans la bibliothèque.)

La configuration d'un pays se représente le mieux par des courbes horizontales. On peut ainsi donner une idée de deux ordres de faits, savoir : des différences entre les inclinaisons des pentes et des différences entre les altitudes absolues. Dans les cartes topographiques ordinaires, l'inclinaison des pentes est indiquée d'après ce principe, que plus l'inclinaison est grande, plus les hachures sont fortes ; tandis que, pour l'indication des hauteurs ou des profondeurs des mers, on se sert de diverses couleurs, ou bien on adopte le principe, que plus un point du sol est élevé ou une portion de mer est profonde, plus la teinte de la couleur doit être foncée. C'est d'après ces principes, dit M. de Hauslab, que nous avons construit la série de cartes dont nous avons l'honneur de faire hommage à la Société géologique de France ; en particulier, une carte du globe, une carte d'Europe, des cartes de l'Espagne, de la Turquie d'Europe, etc.; une carte des mers d'Europe et une carte des Océans.

Quand on étudie attentivement ces cartes, on remarque ce qui suit, savoir : 1° qu'à la surface de la terre, les concavités, en forme de bassins, dominent ; 2° que les mers, loin d'être bordées de caps en forme de demi-cercles, et séparées par des anses terminées en pointe aiguë, présentent sur leurs rivages des baies plus ou moins ouvertes, à fond plat, évasé, et séparées par des promontoires obtus.

Or, ces mêmes formes se retrouvent dans les courbes horizontales établies à divers niveaux dans les plateaux des continents ou dans les montagnes, et il en résulte que les crêtes des chaînes peuvent se représenter en dernière analyse comme une succession d')(placés les uns sur les autres, et séparant des cavités de formes plus ou moins rondes ou ovales.

Parmi les bassins de la surface terrestre, il faut en distinguer

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de trois genres, savoir : les *bassins orographiques*, les *bassins hydrographiques* et les *bassins géologiques*. Chacun d'eux est indépendant des autres, quoiqu'il y ait entre eux certains rapports ou analogies.

Les *bassins orographiques* sont des cavités bordées de chaînes de montagnes, qui peuvent aussi bien avoir leurs rivières particulières qu'être seulement traversées par certains fleuves, ou même donner naissance à des eaux coulant dans des directions contraires et ayant leur origine, non pas toujours dans ces montagnes, mais au milieu d'une vallée, ou même dans le bas-fond du bassin, dernier cas où leur écoulement a lieu par des coupures dans le sol, comme nous en avons des exemples dans certaines rivières de la Russie, qui coupent la plate-forme granitique du midi (Dniester, etc.). Les anciens géographes ne paraissent pas avoir toujours bien saisi ces particularités.

Les *bassins hydrographiques* sont des étendues de la terre plus ou moins grandes, qui comprennent chacune le parcours des eaux d'une rivière ou d'un fleuve, ou bien les terrains arrosés par les fleuves s'écoulant tous dans la même grande mer. Ces bassins ont donc deux ou trois échelles différentes de grandeur. S'ils coïncident quelquefois avec les bassins orographiques, souvent aussi ils en diffèrent, parce que les rivières traversent fréquemment toute une chaîne, ou au moins des parties de chaînes, au moyen de profonds et étroits sillons, à bords souvent escarpés. Ce dernier accident a été trop longtemps méconnu par les géographes, qui s'imaginèrent chaque cours d'eau séparé par des hauteurs et coulant entre des hauteurs continues.

Enfin, les *bassins géologiques* sont les cavités dans lesquelles, à diverses époques, les terrains se sont déposés, de telle sorte que leurs couches convergent de tous les bords des bassins vers leur fond : or, naturellement ces bassins se sont éloignés d'autant plus de la forme ronde ou ovale, ou sont devenus d'autant plus irréguliers, qu'on procède des terrains anciens aux formations modernes. Ces bassins coïncident quelquefois avec les bassins orographiques, surtout lorsqu'on considère des bassins d'époques géologiques assez récentes; mais ils diffèrent le plus souvent des bassins hydrographiques, et ceci est tout naturel, puisque, réellement, ils ne sont que les représentants des bassins hydrographiques, qui ont existé aux diverses époques géologiques antérieures, et se sont successivement modifiés. D'un autre côté, les bassins géologiques n'ont quelquefois aucun rapport ni avec les bassins orographiques ni avec les bassins hydrographiques, à cause des change-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ments survenus dans la surface terrestre, soit par la formation des montagnes, soit par le lavage des eaux.

La *Minéralogie* apprend à connaître, à déterminer et à classer les minéraux simples.

La *Géognosie* pourrait être définie « la science qui étudie la distribution des minéraux simples dans l'*espace*, » en montrant comment ils se trouvent superposés ou juxtaposés. Elle commence par l'étude de la réunion en une seule masse, d'individus isolés, parfaitement ou imparfaitement cristallisés, et s'occupe ensuite de démontrer comment les minéraux forment la croûte du globe. Les *cartes géognostiques* et les *coupes* sont le résultat des recherches sur la manière dont les masses minérales sont juxtaposées, se délimitent et se recouvrent.

La *Géologie*, au contraire, recherche les causes de ces phénomènes et l'origine des minéraux dans le *temps*.

Chaque science est infinie ; on comprend, sous ce titre, la connaissance de tous ses cas particuliers. Elle ne mérite réellement son nom que quand un système est produit, dans lequel se coordonne et s'adapte tout nouveau cas particulier comme dans un genre ou un ordre de cas déjà connus.

Dans la botanique et la minéralogie, par exemple, on peut dire avec assurance que tout nouvel individu qu'on pourra découvrir trouvera sa place dans une des divisions principales des ordres établis jusqu'ici. Mais la botanique et la minéralogie n'ont pas attendu que toutes les espèces de plantes ou de minéraux fussent découvertes pour construire un système et s'élever à la hauteur d'une science rationnelle; de même il se passera encore bien des années avant que nous ayons de toutes les parties du globe des cartes géognostiques et des profils exacts et fondés sur de véritables observations et des mesures. Or, dans la *Géognosie*, les progrès les plus importants ne sont pas tant ceux qui étendent nos connaissances sur de petits districts, mais bien au contraire, ce seraient ceux qui donneraient une telle image de la distribution générale des masses minérales sur le globe, que chaque nouvelle découverte, tout en augmentant nos connaissances de détail, ne pût renverser nos idées et nos abstractions sur leur arrangement général. Il en serait ici comme de la forme sphérique du globe, qui reste un axiome, quoique chaque année on y ajoute des détails sur ses proéminences comme sur ses enfoncements, ou qu'on corrige les mesures précédemment faites.

Une telle réunion, un tel rapprochement, une telle coordina-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tion des faits individuels connus, touchant la géognosie, ne peuvent avoir lieu que sur des cartes générales. M. Boué fut un des premiers à sentir ce besoin, lorsqu'il publia la première carte géognostique de *toute* l'Europe. Cet essai, tout imparfait qu'il fût à son origine, a été cependant le mobile, la base et le cadre de tous les travaux consécutifs du même genre, ainsi que des améliorations qui y ont été apportées. On n'avait que des cartes géognostiques, isolées de districts miniers ou de contrées plus ou moins étendues en Europe; nous devons à ce savant géologue d'avoir maintenant une représentation assez exacte des groupes principaux de la distribution des masses minérales européennes. C'est à lui encore, c'est à son zèle infatigable pour la science, que nous sommes redevables des rapprochement et groupement, sur des mappe-mondes, de tous les faits actuellement connus, concernant la géognosie du globe. Sa carte peut probablement servir, dès aujourd'hui, à faire concevoir une idée générale de la structure géognostique de la surface terrestre. En tout cas, elle servira de base à tous les travaux subséquents de ce genre; elle fera plus encore : elle les provoquera; car améliorer et compléter une œuvre quelconque est plus facile et plus commode que d'en tracer le plan général, d'en rassembler et d'en coordonner les matériaux. Une fois lancée dans une telle voie, on peut dire de la géognosie qu'elle vient de faire un pas important, et on doit reconnaître qu'à M. Boué, surtout, revient l'honneur et le mérite de cette impulsion.

La carte géologique du globe, de M. Boué, paraît déjà démontrer les résultats suivants:

1° Que les formations les plus anciennes sont surtout reléguées vers les pôles, dans l'ossature principale, près de l'équateur, et au pourtour du Grand-Océan;

2° Que les terrains intermédiaires existent surtout autour des pôles et dans la zone tempérée de l'hémisphère boréal, mais qu'ils manquent presque sous l'équateur;

3° Que les formations secondaires remplissent les concavités des terrains intermédiaires dans l'hémisphère boréal, tandis qu'elles gisent sur le sol primitif à l'équateur;

4° Que les terrains tertiaires dominent près de l'équateur; qu'ils remplissent les points les plus bas des bassins des mers et forment une zone passant du désert de Cobi, par les pays à l'entour de la mer Caspienne, jusque dans la plaine basse du nord de l'Europe; tandis qu'une autre zone semblable part de la partie

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

septentrionale du bassin de l'Euphrate, passe sur une partie de l'Arabie et se prolonge jusqu'à l'Indus, et de là au pied de l'Himalaya, vers le Gange.

Enfin, si l'on supprime successivement les détails des bassins géognostiques subordonnés, et qu'on recherche les grands résultats, on obtient en dernière analyse les faits suivants :

Il y a sur la terre cinq grands bassins géologiques, savoir :

1° Celui de la partie septentrionale de l'Atlantique, qui est le plus développé, c'est-à-dire où la série des terrains est la plus complète ;

2° et 3° Les bassins de l'Atlantique méridionale et de l'Indoustan, qui sont moins développés, quoique la suite des formations y soit assez complète, à en juger, du moins, par les traces encore visibles de divers terrains ;

4° et 5° Les bassins de l'Océan du Nord et de la mer du Sud, où les formations tertiaires recouvrent immédiatement le sol primitif volcanique ou les terrains intermédiaires, et où le sol secondaire semble manquer.

M. Boubée lit un Mémoire intitulé : *Les chemins de fer et l'amendement des terres.*

On lit un *Mémoire sur la constitution géologique des environs de Bayonne*, par M. Thorent, destiné à être inséré dans les *Mémoires de la Société.*

L'auteur donne d'abord la description de trois coupes des falaises entre le phare de Biaritz et Bidart ; puis il ajoute :

Plusieurs géologues ont écrit sur les environs de Bayonne, et parmi ceux que nous avons été à même de consulter, nous avons trouvé, ou que leurs opinions sur l'âge des terrains de cette contrée n'étaient pas très arrêtées, ou qu'elles ne s'accordaient pas.

En effet, les uns ont pensé que les couches calcaires arénacées de Biaritz appartenaient aux terrains de la craie, parce que le calcaire à lenticulites de Bayonne reposait sur les mêmes couches et qu'il était recouvert à Saint-Pierre d'Iruby par le calcaire arénacé et poudingiforme qui s'y trouve.

D'autres, au contraire, ont considéré le calcaire à lenticulites de Bayonne comme tertiaire, et ne se sont point prononcés sur les assises du phare et de Biaritz, bien qu'ils n'aient pas paru hésiter

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à rapporter à la craie tous les calcaires indistinctement des environs de Bidart.

Ces dissidences résultent évidemment de ce que les uns et les autres se sont contentés de passer dans ces localités, sans s'y arrêter suffisamment. Nous avions cru également de prime abord, et l'ensemble des couches paraissait l'indiquer, que les calcaires dont sont formées les falaises depuis la Chambre d'amour jusqu'à Bidart, étaient du même âge.

Un examen plus attentif nous a démontré que c'était une erreur, et que la falaise tout entière se composait de deux séries de couches bien distinctes et d'une époque différente.

Ainsi, les couches presque continues qui forment la falaise depuis la Chambre d'amour jusqu'à environ mille mètres au-delà du rocher du Goulet (moulin de Sopite), nous ont paru appartenir à une époque plus récente que les suivantes dont elles sont séparées par une lacune que présente la falaise entièrement dépouillée de rochers. Cette séparation existe également dans la plaine, aux endroits mêmes qui ont subi le plus de bouleversements, et nous n'avons jamais trouvé les couches dont il s'agit, quel que fût leur rapprochement des calcaires identiques à ceux de Bidart, en stratification concordante avec ces derniers; cependant les calcaires à nummulites signalés sur la route de Saint-Pierre à Briscons, reposent en stratifications concordantes sur un autre calcaire très compacte et cristallin presque entièrement composé de débris de coraux et de polypiers; les calcaires, le dernier surtout, manquent à la falaise, et leur place devrait peut-être se trouver à l'endroit même où existe la lacune que nous avons signalée. Du contact seul de celui-ci avec les calcaires conchoïdes, les mêmes que ceux de Bidart et que l'on retrouve, également, à Briscons, on pourrait peut être déduire quelques probabilités de superposition que nous ne faisons qu'indiquer, sans pouvoir l'affirmer.

Quoi qu'il en soit, les couches arénacées nummulitiques avec mélange, ou non, d'autres mollusques, du phare de Biaritz et des environs de Bayonne, n'ont pas le moindre rapport avec celles de Bidart; elles diffèrent des dernières, autant par leur structure que par leur composition. C'est à tort qu'on a cru qu'elles étaient en stratification concordante, et que l'inclinaison des uns et des autres était due à la même cause. Les calcaires crétacés de Bidart, de Saint-Jean-de-Luz et de tout le versant occidental des Pyrénées affectent en général la même inclinaison, et c'est au soulèvement de ces montagnes qu'elle doit être attribuée. Mais après

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la période pendant laquelle les dépôts de Bayonne et de Biaritz ont dû être formés, d'autres soulèvements partiels dus à l'apparition des ophites ont eu lieu, et c'est à travers ces dernières couches et le terrain crétacé que les roches ignées se sont fait jour. De là vient qu'en effet les couches crétacées de Bidart, de Saint-Jean-de-Luz et de tout le versant des Pyrénées offrent des traces non équivoques d'abord d'un soulèvement général et ensuite de plusieurs soulèvements partiels. De là, des dislocations d'autant plus considérables que les calcaires se sont trouvés plus rapprochés du foyer volcanique.

On ne remarque pas la même chose à l'égard des couches de Bayonne et Biaritz. Ces dernières sont toutes en stratification concordante et affectent une inclinaison qui ne devient considérable que dans les environs des terrains soulevés par les ophites, tandis que partout ailleurs les mêmes couches ne sont que légèrement inclinées ou presque horizontales, comme on peut le vérifier au plan de Biaritz, à Bayonne et sur d'autres points que nous n'avons point visités.

Il résulte enfin de nos observations géologiques que toutes les couches de calcaire grossier, sableux et marneux de Bayonne et de Biaritz, jusqu'au moulin de Sopite, en suivant la falaise, doivent être rapportées au terrain tertiaire inférieur, et que celles que l'on rencontre un peu plus loin, jusqu'à Bidart et au-delà, appartiennent à la craie.

Les différences que présentent les couches de Biaritz et de Bayonne sous les rapports minéralogiques, paléontologiques et d'inclinaison, comparées à celles du bassin de Paris et de Londres, nous avaient tout d'abord suggéré la pensée de proposer de faire de ces couches une formation intermédiaire entre la craie et le terrain tertiaire; mais, depuis, nous avons pensé que le défaut d'identité qui existe entre ces terrains ne résulte très probablement que de la différence des latitudes d'une part, et du voisinage des Pyrénées de l'autre; d'ailleurs, lors même que cette division paraîtrait rationnelle dès aujourd'hui, il me paraît qu'elle ne peut pas avoir lieu dans l'état actuel de la science. Les couches dont il s'agit ne sauraient donc être séparées de l'étage inférieur du terrain tertiaire, avec lequel elles ont une très grande analogie.

Il reste actuellement à examiner les caractères paléontologiques de ces deux formations bien distinctes; mais nous trouvant au dépourvu de renseignements suffisants pour traiter cette ques-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tion avec tout le succès désirable, nous l'abandonnerons à M. d'Archiac, qui a bien voulu s'en charger.

M. Deshayes cède le fauteuil à M. Élie de Beaumont, et fait la communication suivante : *Sur des fossiles des Pyrénées.*

J'avais établi, dès 1830, comme l'une des conséquences de mon travail sur la distribution des fossiles dans les terrains tertiaires de l'Europe, qu'il n'existe aucune espèce qui passe en identique des terrains crétacés dans les terrains tertiaires. Déjà à cette époque, j'avais cette opinion, que toutes les espèces crétacées étaient anéanties au moment de l'apparition des espèces tertiaires. Depuis lors, j'ai défendu cette opinion, quoiqu'elle se trouvât en contradiction avec celle de plusieurs géologues, et particulièrement avec quelques observations consignées dans les mémoires des auteurs de la belle carte géologique de France. Ces géologues avaient observé dans le midi de la France des couches puissantes, dans lesquelles ils ont annoncé avoir trouvé mélangés des fossiles tertiaires avec des fossiles crétacés. Ce mélange s'était fait, non entre les craies les plus récentes et le terrain tertiaire le plus ancien, mais de ces derniers avec des couches relativement anciennes de la formation crétacée. En présence d'un nombre très considérable de faits qui me prouvaient qu'aucune espèce n'est commune à la craie et au terrain tertiaire, et de l'observation de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, j'attendais que de nouvelles observations vinssent jeter quelques lumières sur la question. J'ai objecté que ce n'était pas dans les Pyrénées, où manquait le système supérieur de la formation crétacée, que la question pouvait trouver sa solution, mais là où la craie, ayant son développement, est en contact immédiat avec le terrain tertiaire le plus ancien; c'est à Maëstricht que les tertains en question sont superposés, et depuis longtemps il est irrévocablement constaté que, dans cette localité célèbre, aucune espèce ne passe des terrains crétacés les plus récents dans les terrains tertiaires les plus anciens de l'époque parisienne. Si le mélange des espèces ne se fait pas là, où la série des terrains la plus complète existe, à plus forte raison ne doit-on pas espérer de la trouver dans une contrée où l'ordre chronologique des formations est interrompu par l'absence de la craie supérieure de Maëstricht.

Jusque dans ces derniers temps, la question resta pendante dans la science; il fallait de nouveau examiner les terrains dans

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lesquels avait été observé le mélange des espèces. Déjà notre collègue M. Leymerie a entretenu la société de ses consciencieuses et laborieuses recherches; il a soumis à votre examen des collections de fossiles plus riches qu'aucune de celles qui étaient déjà connues, et parmi les espèces qu'il a recueillies, il ne s'en est pas trouvé une seule qui fût commune aux terrains tertiaires et aux terrains crétacés. M. Pratt, qui vous est connu par quelques travaux qui ont rapport à la géologie, observateur minutieux, qui connaît d'ailleurs l'importance de la question, après un premier voyage à Biaritz, par lequel il ne se crut pas suffisamment éclairé, en a entrepris un autre cette année; et c'est des résultats de cette seconde exploration que notre honorable collègue me charge d'entretenir la Société. Avant son départ, M. Pratt était pénétré de la nécessité d'observer avec la plus grande attention la limite du terrain tertiaire et de la craie; il savait aussi qu'il ne s'agissait pas de recueillir des fossiles dans les éboulements qui se font au bas des escarpements, mais de les prendre dans les couches elles-mêmes, et d'en faire des collections séparées, recueillies avec ce soin et dans cet esprit, les collections de M. Pratt ont, à mes yeux, une grande importance, et je les ai examinées avec l'attention la plus scrupuleuse. Il en résulte d'abord que tout le système nummulitique appartient à un terrain tertiaire, ce qui vient confirmer les observations de M. Leymerie, dans les Corbières, et de M. Bertrand Geslin, dans les Alpes; il en résulte encore que les espèces rassemblées par M. Pratt, quoique appartenant au terrain tertiaire inférieur, sont pour la plupart différentes de celles de M. Leymerie. En effet, les espèces recueillies par M. Leymerie retrouvent leurs analogues dans les terrains inférieurs du Soissonnais, tandis que celles de M. Pratt ont les leurs dans les calcaires grossiers proprement dits; enfin (et ceci est le fait le plus important), il résulte de la comparaison des espèces de M. Pratt, avec celles du terrain crétacé, qu'il y en a deux qui sont parfaitement identiques : l'une d'elles appartient au genre spondyle, et elle était autrefois connue sous le nom de *Plagiostoma spinosa;* elle se rencontre, comme on le sait, dans la craie blanche, et, ce qui est remarquable, elle paraît manquer dans les craies récentes de Maëstricht. L'autre espèce, commune à la craie et au terrain tertiaire, est un polypier singulier pour lequel M. Michelin, dans son ouvrage sur les polypiers fossiles, a établi le genre *Guettardia :* c'est le *Guettardia stellata*, sixième variété de la planche 30 de l'ouvrage que nous venons de citer; ce polypier se montre dans les craies chloritées, dans la craie blanche, et paraît

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

manquer aussi, comme le spondyle, dans la craie supérieure de Maëstricht. Ainsi, il est désormais constaté que l'on a trouvé dans une couche tertiaire deux espèces fossiles qui ont vécu dans la craie, et qui toutes deux présentent ce singulier phénomène de passer d'une craie inférieure dans le terrain tertiaire, sans se montrer dans les formations intermédiaires.

Mon but n'est pas de rechercher ici si les deux espèces en question ont vécu en même temps que les espèces tertiaires. Pour décider cette question, il faudrait les examiner dans leurs rapports avec les couches où elles gisent, estimer leur abondance, et voir, par l'état de conservation de tous les échantillons, s'ils sont bien en place; question impossible à juger sur le petit nombre d'échantillons rapportés par M. Pratt. On pourrait se demander si ce mélange ne s'est pas fait de la même manière que celui qui s'opère tous les jours entre les espèces actuellement vivantes dans la Manche, et les espèces fossiles qui proviennent des éboulements des falaises de nos côtes.

Les faits que je viens de rapporter à la Société me donnent naturellement l'occasion de répondre à quelques objections que ne manque pas de faire à la zoologie ceux des géologues qui rejettent les résultats de cette science appliquée à la leur. Ces objections consistent à prétendre que, lorsque certaines espèces embarrassent les zoologistes, ils ont soin de les réunir comme variétés, de les diviser, ou de les déclarer nouvelles, pour faire accorder leur distribution avec une division préétablie des terrains, de sorte qu'en agissant ainsi, les paléontologistes font de leur science un moyen élastique qui est toujours prêt à s'adapter à toutes les phases des observations, puisque la détermination des espèces fossiles, d'où dépendent les résultats les plus importants de la zoologie appliquée, n'est dirigée par aucun principe certain, et semble livrée au caprice de chaque observateur. Si les travaux de quelques paléontologistes ont mérité ces objections, la zoologie appliquée à la géologie tout entière ne peut pas accepter ce blâme, et sans sortir des bornes de la modestie, je puis dire que mes travaux, connus de la Société, sont à l'abri de ce reproche de vacillation que l'on adresse fréquemment à la paléontologie. Je puis affirmer que toutes les comparaisons que j'ai faites des espèces de divers terrains ont toujours été exemptes de toute préoccupation. Les faits que je viens d'annoncer à la Société sont une preuve de plus de mon amour pour la vérité, surtout dans une question où j'aurais pu croire mon amour-propre engagé, puisque j'ai soutenu jusqu'aujourd'hui que le mélange des espèces créta-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

cées et tertiaires n'existait pas. La bonne foi doit avant tout présider à nos travaux ; nous sommes tous animés du désir de trouver la vérité, et quoique le fait que j'annonce soit une exception à la règle générale que j'ai le premier établie, je suis heureux de le constater avant personne, ce que j'aurais fait du reste depuis longtemps, si j'avais eu sous les yeux les preuves matérielles que m'ont fournies les collections de M. Pratt.

J'ajouterai, en terminant, qu'il serait à souhaiter qu'une collection aussi bien faite que celle de M. Pratt, fût remise entre les mains d'un zoologiste habile qui déterminât soigneusement les espèces et en dressât une liste complète. Je me serais chargé de ce soin, si le séjour de M. Pratt se fût prolongé. Je dirai seulement que, indépendamment d'un certain nombre d'espèces nouvelles, j'en ai trouvé une assez grande quantité dont les analogues se rencontrent à Chaumont, à Parnes, à Grignon, dans les calcaires grossiers de Paris. J'ajouterai encore, comme un fait très curieux, que M. Pratt a recueilli à Biaritz plusieurs espèces nouvelles d'encrinites qui rappellent un peu celles du terrain crétacé, et même quelques unes du lias, aussi bien par leur grosseur que par leurs caractères extérieurs. Il est à souhaiter, malgré l'exactitude des observations de M. Pratt, qu'elles ne soient pas les dernières, et bientôt sans doute notre collègue M. Leymerie nous communiquera les faits qu'il aura rassemblés dans le cours de cette année.

M. Pomel lit le Mémoire suivant :

Description géologique et paléontologique des collines de la Tour-de-Boulade et du Puy-du-Teiller (*Puy-de-Dôme*), par M. A. Pomel.

Il existe à l'E. d'Issoire, sur la rive droite de l'Allier, une longue et étroite colline, dirigée N.-S., dont le faîte accidenté forme des mamelons et des pics coniques de hauteurs diverses connus sous les noms de Tour-de-Boulade, puys de Montdoury, d'Ybois et du Teiller. Elle s'élève à peu de distance des pentes inférieures de la chaîne du Forez, et se rattache, au N., au massif basaltique de la forêt du comté d'Auvergne. Les couches sédimentaires qui la composent presque en entier recèlent une foule de débris fossiles d'êtres organisés, et s'y présentent avec des caractères géologiques particuliers et différents de ceux qu'on observe dans les autres cantons du bassin de la Limagne. Les géo-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

logues nombreux qui ont étudié les phénomènes géologiques de l'Auvergne ont dit peu de chose sur ces localités, que la plupart d'entre eux n'ont même pas visitées; je me crois donc autorisé à en faire connaître les caractères dans cette monographie, que je diviserai en deux parties, l'une géologique et l'autre paléontologique.

CHAPITRE PREMIER.

Géologie.

Terrain de granite et gneiss. — Les sédiments reposent partout sur un terrain primitif, pl. A, formé à l'E. de *gneiss* en couches contournées, irrégulières dans leur allure et leur inclinaison, et traversées par des filons nombreux de granite, de quarz et de pegmatite. A l'O., cette roche est remplacée par le *granite*, qui, au village d'Orbeil, commence à s'élever au-dessus des eaux de l'Allier, pour constituer vers le N. une gibbosité remarquable par son élévation et le barrage qu'elle forme dans la vallée tertiaire. La roche est de la variété commune avec du mica noir très abondant, qui forme souvent des sphéroïdes de la grosseur de la tête; très dure et très compacte, elle devient souvent, dans les parties élevées très friable et comme arénacée.

Lorsqu'on se dirige du côté d'Issoire, on la voit passer insensiblement, par la substitution du talc au mica et l'introduction d'une grande quantité de peroxyde de fer, à une protogyne rougeâtre, traversée par des filons bréchiformes de quarz fragmentaire, empâté dans une substance talqueuse verdâtre.

La barytine cristallisée et lamellaire, le quarz avec tourmaline et carbonate de cuivre, le pétrosilex et le porphyre rouge quarzifère y forment de nombreux filons. A la montagne du Four-la-Brouc, point culminant du bombement, les deux dernières substances constituent des dykes très puissants courant parallèlement entre eux du N.-E. au S.-O.

Malgré la profondeur et l'étendue des déchirures de ce terrain, je n'ai pu y reconnaître la stratification en grand, qu'on trouve parfaitement caractérisée dans toutes les vallées granitiques du revers oriental des Monts-Dore, (Couzes Pavin et du Chambon).

Terrain d'Arkose. — A la base S.-O. du Puy-du-Teiller est adossé le plateau granitique de Moida, dont le sommet est occupé par des *grès feldspathiques* (*arkoses*) B, sur une épaisseur de 15 à 20 mètres. Cette formation reposant immédiatement sur le gra-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nite, dont les éléments désagrégés et cimentés de nouveau sur place par la silice et l'oxide de fer, semblent former les strates inférieurs, comprend une alternance de couches à gros grains de feldspath et de quarz plus rare, d'une épaisseur de 2 à 4 mètres, et d'assises plus minces de grès feuilletés, fins et micacés, dont les couleurs rubanées passent du gris jaunâtre au rouge vineux. Dans ces dernières, on rencontre parfois des moules de *Cyrènes* et des empreintes nombreuses de *végétaux fossiles*, que leur mauvaise conservation rend presque indéterminables.

Ce système de couches est très remarquable par son isolement, son altitude sur ce point et son absence parmi les roches qui constituent les collines de la Tour-de-Boulade, quoique situées à une très petite distance. (Pl. X, fig. 1 et 3.)

Au N., une déchirure profonde sépare le plateau de Moida de celui du Four-la-Brouc, dont l'altitude et la composition sont les mêmes; mais les arkoses semblent y avoir des relations très prononcées avec les porphyres : les couches s'inclinent vers l'O.-N.-O. Au village d'Yrondes, elles passent successivement, en s'abaissant, sous les silex caverneux, les calcaires lacustres et les argiles rouges : à Vic-le-Comte, on les retrouve avec les mêmes caractères et sous les mêmes roches; mais c'est à Coudes que la formation, de nouveau isolée, acquiert une plus grande puissance. Elle constitue à elle seule la haute sommité de Montpeyroux, et de là on peut la suivre à l'O., jusqu'au village de Neschers et vers le N., sur la rive gauche de l'Allier, jusqu'au pied du Puy-de-Coran. Mais, au S. de Coudes, elle disparaît totalement, même dans les parties comprises entre ce village et le Four-la-Brouc. On peut s'en assurer facilement en remontant la vallée jusqu'au village de Saint-Yvoine.

La montagne de Coudes et Montpeyroux s'élève, pour ainsi dire, comme une île, au-dessus de dépôts tertiaires plus récents, en formant une longue arête courant N.-S. Quoique la végétation permette difficilement d'étudier les rapports des deux formations entre elles, on reconnaît très bien dans les vallées que les arkoses passent au-dessous des calcaires, dont les couches peu inclinées ont dû être déposées sur les tranches des premières. M. Viquesnel a vu avec nous, dans la vallée de Neschers, que l'inclinaison des calcaires est vers l'E., tandis que celle des arkoses est vers l'O.; de sorte qu'il y a sur ce point une légère discordance de stratification. (Pl. X, fig. 4.)

Des lambeaux de ce terrain se redressent, dans un grand nombre de localités, sur les flancs des escarpements granitiques, et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

s'y montrent aussi indépendants des autres formations sédimentaires que dans les cantons que nous venons de décrire.

Il faut se garder de confondre cette formation avec certaines parties du système argileux, dont nous allons parler ; car les caractères minéralogiques sont souvent tout-à-fait identiques. On peut cependant facilement les reconnaître sur place, la première, par l'absence des argiles et par des indices de mouvements antérieurs au dépôt de couches argileuses et calcaires ; la seconde, par l'alternance des grès avec les argiles et une stratification concordante avec les couches supérieures. Ces dernières renferment souvent des débris de grands mammifères fossiles, tandis que les premières n'en ont encore montré aucune trace.

Le Four-la-Brouc et la Tour-de-Boulade offrent un exemple des plus remarquables de ces caractères géologiques. L'arkose, sur le premier point (pl. X, coupe 2), a été portée à une grande hauteur sur le bord d'une colline, où le calcaire s'appuie, en couches très peu inclinées, contre le pied même de l'escarpement granitique, dont elle couronne le sommet.

Au Puy-du-Teiller (coupe 3) on observe la même disposition ; à la hauteur du plateau de Moida, et à une distance de 300 à 400 mètres seulement, on perd tout indice des grès feldspathiques, et le calcaire repose sans intermédiaire sur le granite. Si l'on suit vers le S. la pente de cette dernière roche, on voit successivement les couches calcaires et argileuses paraître sans se relever, et venir se terminer en coin au point où la roche primitive dépasse leur niveau supérieur ; cette disposition résulte bien évidemment de l'existence, à l'époque de ces derniers dépôts, d'une pente peu différente de ce qu'elle est aujourd'hui. (Coupe 1.)

On peut donc conclure de ces rapports de gisement qu'il y avait eu sur les points que nous décrivons, un mouvement du terrain primitif, auquel avaient participé les arkoses, lorsque se déposèrent les sédiments que nous allons décrire.

Nous n'avons donc plus qu'à classer ce terrain dans l'échelle géologique des formations. Contrairement à M. Peghoux, nous ne serons pas assez hardi pour en faire le contemporain des terrains secondaires ; nous ne pourrons pas non plus, à l'exemple de M. Rozet, attribuer ses dislocations aux commotions basaltiques et l'identifier aux couches argilo-sableuses qui le recouvrent. Mais si nous considérons la formation de notre grand bassin tertiaire comme faisant partie du système de Corse et Sardaigne, établi par M. Élie de Beaumont, nos argiles, calcaires, etc., devront représenter, comme l'a dit ce géologue, l'étage moyen des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

formations tertiaires. Ce fait nous est démontré de même par l'étude des fossiles, qui nous a fait connaître l'existence, dans ces terrains, d'espèces propres à ce deuxième étage. Maintenant si nous songeons que les couches d'arkose s'inclinent vers l'axe de ce bassin sur plusieurs points de ses deux bords, et que la haute crête de Montpeyroux court exactement N.-S., nous ne pouvons nous empêcher de reconnaître que l'action qui les a disloquées est la même qui a ouvert le grand bassin, et nous nous croyons autorisé dès lors à rapporter ces roches à l'étage inférieur des formations tertiaires.

Malheureusement les fossiles vertébrés ne nous donnent par leur absence aucun renseignement à cet égard. Les cyrènes cependant paraissent tout-à-fait analogues à celles des couches supérieures.

Il faut cependant dire que le grand relief actuel du bombement granitique de Moida et de Four-la-Brouc et notamment les profondes déchirures qui le traversent de l'E. à l'O, ne peuvent qu'être attribués aux commotions de l'époque basaltique, comme l'a dit M. Rozet; car il existe de part et d'autre du barrage une inclinaison dans les couches plus récentes que celles-ci.

Terrain argileux. — Le mamelon qui supporte la Tour-de-Boulade est remarquable par les *argiles rouges et vertes*, C, qui en forment la base. Les couches, d'une épaisseur moyenne de deux mètres, présentent une grande variété dans leur composition; elles passent, à de petites distances, de l'argile plastique la plus fine à un sable grossier et souvent à des grès qui offrent tous les caractères des arkoses, macignos et psammites. Quelques unes cependant conservent dans toute leur étendue la même couleur et la même composition. De petits galets de granite, gneiss et quarz sont disséminés dans les diverses assises en proportions variables et toujours peu considérables. Une seule couche de calcaire compacte, de 3 à 4 décimètres d'épaisseur, paraît dans le milieu de la formation.

On y rencontre assez rarement de très petits dépôts de lignite terreux, qui ne présentent aucune trace de tissu organique. La couche qui supporte immédiatement le calcaire renferme des moules écrasés d'une hélice de la taille du *nemoralis*, et d'une petite paludine. Ces fossiles et des cyrènes recueillies dans les couches les plus supérieures sont les seuls que j'aie observés dans ce terrain.

Partout ces argiles présentent les mêmes caractères; les calcaires y sont aussi peu abondants et s'y intercalent en couches minces au nombre de 3 ou 4 au plus : la roche principale est seulement plus

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ou moins ferrugineuse, friable et arénacée, et alterne quelquefois avec un plus grand nombre de couches de grès. Sa puissance, peu considérable à la Tour-de-Boulade, devient très grande sur le revers occidental du bassin, surtout aux environs de Champeix et de Boudes.

Calcaires marneux. — Sur ces argiles, et le plus souvent avec alternances de deux ou trois couches seulement, reposent un grand nombre d'assises *calcaires et marneuses*, D et D', qui peuvent se diviser en deux étages assez distincts.

1° L'inférieur, D, où le calcaire domine, comprend des alternances de *grès quarzeux* à *ciment calcaire*, de *marnes* et de *calcaires marneux*. Les couches y sont très nombreuses et ont une épaisseur moyenne de $0^m,50$. Les argiles rouges ne paraissent jamais dans ce groupe, et la transition brusque qui existe entre ces deux étages indique un changement presque instantané dans les phénomènes qui se passaient alors (1). Les grès deviennent moins abondants à mesure qu'on s'élève; les marnes, au contraire, sont en couches feuilletées plus nombreuses.

Des *cyrènes* semblables à celles des formations précédentes, des *potamides* (*Cerithium Lamarcki*) et plus rarement des planorbes et des lymnées sont les fossiles observés dans les couches inférieures. Les deux derniers genres deviennent plus communs dans les assises supérieures, que caractérisent aussi des myriades de *Cypris*, parmi lesquels on remarque une espèce plus étroite et plus allongée que le *C. faba* de Desmarest.

2° L'étage supérieur, D', plus essentiellement marneux, est composé de petits lits très nombreux et plus riches en fossiles. On y trouve des *calcaires marneux* se délitant en boules, des *marnes* plus ou moins *argileuses*, souvent feuilletées, et formant des alternances très variées. Au-dessus est un *calcaire* particulier, noir, fétide, légèrement bitumineux, épais de $0^m,1$ à $0^m,2$, qui semble presque entièrement formé de coquilles des genres hélice, planorbe, paludine et lymnée, dont le test, peu altéré, contrairement à ce qu'on observe dans presque toutes les autres couches calcaires du bassin, est le plus souvent brisé et réduit en fragments très minces. Il supporte une couche, de $0^m,05$ à $0^m,1$, d'un *lignite terreux*, ou plutôt d'une tourbe fossile dans laquelle on ne reconnaît

(1) Ceci ne doit être appliqué qu'aux collines du centre de la vallée; car sur les bords du bassin, des argiles semblent contemporaines de ces dépôts, mais elles ne s'étendent jamais au milieu d'eux et forment de petites bandes à leur limite.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

aucune trace de tissu végétal, et qui semble l'avoir pénétré pour lui donner sa couleur noire.

Un lit semblable est séparé du précédent par quatre couches, 1° de calcaire gris, compacte ou terreux sans fossiles; 2° de marne argileuse verte avec *carpolithes*, *coquilles* et *ossements fossiles*; 3° de marne jaunâtre feuilletée, avec *empreintes végétales*; 4° de calcaire marneux blanchâtre, d'une texture peu serrée et se délitant facilement en boules.

Un peu plus haut, le calcaire noir et la tourbe fossile sont remplacés par des argiles marneuses pétries de coquilles, recouvertes et plus ou moins mélangées de lignite, qui change en noir leur couleur verdâtre. L'alternance s'y fait sans ordre avec des calcaires marneux semblables aux précédents. Toute cette partie supérieure est assez difficile à étudier sur une épaisseur de plusieurs mètres, à cause des dérangements et des altérations nombreuses produits par les éruptions ignées.

C'est dans cet étage que nous avons recueilli un grand nombre d'ossements fossiles de *pachydermes*, *carnassiers*, *rongeurs*, *ruminants*, *sauriens*, *chéloniens*, *batraciens*, *oiseaux* et *poissons*, sur lesquels nous reviendrons, après avoir exposé les caractères des terrains qui complètent la série géologique de nos collines.

Les deux étages calcaires et surtout le supérieur renferment, sur certains points, du gypse qu'on exploite pour amender les terres. Cette substance, toujours cristallisée, pénètre dans toutes les fissures de la roche et prend souvent l'apparence de couche en s'intercalant entre les assises; mais alors elle se distingue par les ramifications qu'elle pousse à travers plusieurs couches à la fois. Je reviendrai sur ces gypses en parlant des roches volcaniques.

Calcaires concrétionnés et granulaires; silex caverneux. — Le système précédent est recouvert à la Tour-de-Boulade et au Puy-du-Teiller par des *calcaires concrétionnés* à *friganes*, E, qui contiennent un très grand nombre de petites *paludines*, de *grandes lymnées* et des *planorbes*, et se lient, dans la dernière localité, à des couches de *calcaire granulaire* jaune, souvent oolithique de la variété miliaire, et renfermant des rognons tuberculeux de silice. Ces dernières couches ont une grande analogie avec les calcaires du nord du bassin (environs de Chaptuzat); leur épaisseur est ici réduite à quelques mètres. Je n'y ai trouvé aucun fossile.

Au-dessus paraissent des bancs de *silex caverneux*, F, d'une épaisseur moyenne de 1 à 2 mètres, et supportés par une couche de $0^m,1$ de fer oxidé ocreux, légèrement imprégné de silice. Cette formation, remuée par la sortie des matières volcaniques du Puy-du-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Teiller, et représentée ici par un très petit lambeau, prend un très grand développement à quelques kilomètres au nord, dans les bois du comté d'Auvergne, où elle admet des couches de calcaire siliceux plus ou moins compacte ou caverneux. J'y ai observé des empreintes végétales indéterminables.

Des assises marneuses, G, sans fossiles, renfermant des opales ménilites et des nodules concrétionnés de calcaire, terminent ici la série des formations tertiaires. A la Tour-de-Boulade, où il n'existe pas de silex, des grès psammitiques, H, reposant sur le calcaire concrétionné, semblent représenter les couches précédentes.

Il doit paraître très étonnant que l'étude minutieuse de nos collines tertiaires fasse connaître dans chaque localité une série différente de couches non pas seulement pour le nombre, les alternances et la puissance, mais encore pour la composition et les caractères minéralogiques des divers strates qui se superposent. C'est ainsi que la Tour-de-Boulade et le Puy-du-Teiller diffèrent notablement des collines voisines, telles que la chaux du Broc, les plateaux de Perrier, Saint-Yvoine, etc. Il s'est passé là des phénomènes particuliers très difficiles à étudier et sur lesquels je me propose de donner un mémoire particulier.

Les sources minérales actuelles (Vichy, Saint-Nectaire, Coudes, etc.) produisent encore de nos jours des calcaires concrétionnés semblables à ceux de nos terrains tertiaires; on les trouve dans des fentes, où les dégagements d'acide carbonique, ayant imprimé au liquide une agitation continuelle, ont roulé les grains de sédiment qui se sont accrus jusqu'à ce qu'ils aient été cimentés par les nouvelles molécules amenées par les eaux. Ces mêmes sources ont formé et forment encore des masses assez considérables de silex compacte ou caverneux et de quarz résinite jaune, vert, etc. (Saint-Nectaire, Coudes).

Roches volcaniques. — Les terrains sédimentaires que nous venons de décrire ont été traversés par des roches plutoniques (basalte), K, qui les ont altérés, triturés, injectés et en ont formé des *conglomérats basaltiques* très variés. Les éruptions se sont faites suivant une ligne N.-S., depuis le pic de Nonette jusqu'aux cônes basaltiques de la forêt du Comté. Cette ligne N.-S. semblerait infirmer les opinions de M. Rozet, qui voit dans les dislocations de l'époque basaltique une direction E.-O. perpendiculaire à la précédente; mais on ne doit pas perdre de vue que les matières ignées profitent des dislocations antérieures pour se faire jour à la surface, et se coordonnent alors à des directions anomales. C'est ce

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

qui a dû avoir lieu sur le point que nous décrivons, car elles y sont précisément sorties dans la direction et au point même du contact du gneiss et du granite.

M. Rozet ayant, dans son mémoire *sur les volcans d'Auvergne*, parfaitement décrit tous les phénomènes volcaniques de notre Limagne, nous n'entrerons pas dans de plus grands détails sur ce sujet; nous dirons seulement que chaque mamelon des collines qui nous occupent est un pointement de basalte ou de tuf basaltique, qui pousse des ramifications autour de lui sous forme de filons; que les contreforts eux-mêmes sont des dykes puissants qui paraissent à peine avoir dérangé le parallélisme et l'horizontalité des strates tertiaires : ce qui semblerait indiquer que la matière qui les forme n'a pas pratiqué elle-même les ouvertures qu'elle remplit; mais qu'elle a profité, pour arriver à la surface, des fentes nombreuses produites par les commotions. A l'extrémité méridionale de la Tour-de-Boulade, les calcaires ont été tellement altérés qu'ils sont presque méconnaissables, et c'est précisément le point où les conglomérats sont en plus grandes masses. Aux points de contact avec les dykes, les calcaires sont devenus souvent siliceux, et les parois de leurs fissures ont été tapissées de muriate de fer, de cristaux de mésotype, d'aragonite, de chaux carbonatée et souvent même de quarz hyalin.

Gypse. — Je dois dire ici que le gypse cristallisé, si abondamment répandu dans les roches calcaires, me paraît devoir son origine aux phénomènes volcaniques : des faits nombreux viennent appuyer mon opinion.

1° Les parties du terrain calcaire où abonde cette substance avec son caractère d'épigénie, c'est-à-dire disposée en veines remplissant les fissures, et jamais en couches, ont été partout traversées par des roches basaltiques (Saint-Germain-Lembron, Tour-de-Boulade, Coran, Saint-Maurice, Cournon, Lempdes, etc.), ou présentent des traces de dislocation qui attestent l'ancienne action des agents volcaniques (butte de Montpensier).

2° Le gypse ne se trouve pas également répandu dans toutes les parties de la même couche, ce qui aurait lieu s'il s'était déposé en même temps qu'elle; au contraire, il se trouve par places, à des hauteurs et dans des bancs différents et en plus grande abondance près des points d'éruption : aussi est-ce sur le versant de la Tour-de-Boulade, au-dessus du hameau de Juvillac, où les sédiments ont tant souffert de l'action volcanique, que cette substance est en plus grande quantité.

3° Mais un fait propre à faire disparaître tous les doutes est

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la présence du gypse dans la roche basaltique elle-même au Puy-de Cournon, près du village de ce nom. Il y est si abondant qu'on exploite le tuf entier, sans aucun triage, pour l'amendement des terres; souvent amorphe, il se groupe aussi en rosaces par cristaux longs de $0^m,01$ à $0^m,03$, qui sont empâtés dans la roche avec de petits rognons de calcaire magnésien. Il existe aussi dans les couches voisines et disparaît à une petite distance, pour se montrer de nouveau dans le voisinage d'autres filons ou dykes.

Dans un des ravins de la montagne de Perrier, un dyke tufacé et basaltique a englobé des fragments de calcaire et de marne schisteuse, dont les feuillets sont séparés par un grand nombre de petits cristaux lenticulaires de gypse dont il n'existe aucune trace dans les parties de la couche restées en place.

On peut donc conclure de toutes ces observations que le gypse de la Limagne d'Auvergne a pour origine l'action des éruptions volcaniques sur les calcaires qui le renferment. Les vapeurs sulfureuses, en se faisant jour par toutes les fissures des roches disloquées, ont dû se trouver en contact avec le carbonate calcaire. L'acide sulfurique a réagi sur eux pour en chasser l'acide carbonique et former du sulfate de chaux hydraté.

Cependant je dois à M. Bravard l'observation de dépôts gypseux, qui ont une autre origine. Les cristaux peu nombreux sont groupés autour d'un point ferrugineux et souvent d'un noyau de sulfure de fer en décomposition (Perrier). Il est évident qu'il y a encore épigénie; mais c'est la combustion du sulfure (si je peux ainsi parler) qui, produisant de l'acide sulfureux, a amené des résultats semblables à ceux signalés plus haut, c'est-à-dire la substitution de l'acide sulfurique à l'acide carbonique. Telle aussi doit être l'origine des lenticules de gypse disséminées dans les feuillets du schiste bitumineux de Menat, qu'on sait être très riche en fer sulfuré.

Terrains meubles. — Il ne nous reste plus à parler que des dépôts meubles et arénacés qui forment de petites plates-formes sur le flanc et à la base de nos collines. Ils appartiennent à deux époques bien distinctes. 1° Des couches sableuses de *ponces*, renfermant des galets et des blocs de *trachyte* et de *basalte*, situées sur le versant occidental du Puy-du-Teiller au hameau de Beauregard, paraissent être un lambeau des grandes alluvions de la montagne de Perrier, dont elles sont séparées par la vallée de l'Allier. Un petit dépôt analogue existe au-dessous du hameau de Moida et repose sur le granite.

2° Des *atterissements* calcaréo-argileux, L, évidemment formés

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

par l'éboulement lent et continu des parties supérieures des collines, sont disposés en couches irrégulières à la base méridionale de la Tour-de-Boulade, et s'étendent par petits lambeaux jusqu'au pied du pic d'Usson. Ils renferment des blocs anguleux détachés des roches supérieures, et jamais je n'y ai rencontré de fragment roulé qui attestât l'action d'un courant un peu considérable.

De nombreux *mammifères* ont laissé leurs dépouilles osseuses dans les derniers terrains; nous allons en parler.

CHAPITRE SECOND.

Paléontologie.

Nous avons dit plus haut que les terrains sédimentaires des collines, dont l'étude fait l'objet de ce mémoire, renferment un grand nombre de fossiles, que nous avons dû examiner à part, parce que leur étude nous a fourni quelques observations nouvelles. Nous n'aurons pas à nous occuper des mollusques, dont on trouvera la description dans le catalogue des coquilles vivantes et fossiles du département du Puy-de-Dôme par M. Bouillet : dès lors, les trois gîtes à vertébrés fossiles (groupe calcaire inférieur, alluvions ponceuses et attérissements), les seuls dont nous parlerons, formeront chacun une division de ce chapitre.

§ 1. *Fossiles des calcaires.*

Gisements. — Le calcaire coquillier noir de la Tour-de-Boulade et du Puy-du-Teiller renferme, à sa partie supérieure, et le plus souvent au point de contact avec la couche tourbeuse, une quantité souvent prodigieuse d'ossements de petits animaux et surtout de reptiles batraciens, qu'il est très difficile de conserver intacts. Les esquilles y sont très nombreuses; celles des ossements un peu gros présentent des traces évidentes de la dent des petits carnassiers. Les squelettes sont presque toujours désarticulés, et les pièces brisées ou intactes gisent sans ordre les unes à côté des autres et se mêlent à des débris d'espèces très variées; les carapaces mêmes des tortues ont leurs différentes plaques séparées : ce qui prouve que les animaux ont longtemps macéré avant d'être recouverts par les débris de végétaux sous lesquels on les retrouve. Rien ne peut faire supposer que leur accumulation soit due à un transport quelconque; car, malgré le peu de solidité et de volume des ossements d'espèces si petites, on retrouve les arêtes et les apo-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

physes les plus grêles parfaitement conservées. On ne saurait d'ailleurs comment un tel charriage aurait pu se faire, sans que des limons aient été entraînés et déposés avec les ossements et que sur une étendue d'une lieue qu'a le dépôt tourbeux, il n'y ait pas de variations dans l'épaisseur, la quantité de fossiles et les caractères de composition.

La position des débris organisés entre les deux couches, et non dans les couches mêmes, à quelques exceptions près, prouve qu'ils ont été déposés dans un moment où il ne se faisait aucun sédiment. Les êtres auxquels ils ont appartenu devaient même, pour la plupart, vivre sur les lieux où nous les trouvons, et comme leurs analogues de la génération actuelle, sous des eaux peu profondes, peut-être même dans de grandes mares, entourées de terrains bas et marécageux : en effet on ne pourrait expliquer autrement certains faits, tels que la réunion d'un grand nombre d'œufs de tortues dans une disposition exactement semblable à celle des nids de ces animaux, l'existence de coprolithes parfaitement conservés au milieu même du bassin, la prodigieuse quantité et la belle conservation sur certains points très peu étendus de feuilles de grands végétaux arborescents, qui n'ont pu vivre dans un endroit bien éloigné, et enfin l'extrême division des couches et leurs variations de composition à de petites distances.

Tout nous porte à croire que les sources minérales nombreuses qui déversaient leurs eaux dans ces mares ou du lac, si lac il y a eu, avaient des intermittences nombreuses d'assez longue durée, pour permettre aux végétaux aquatiques de former une couche de tourbe de 0,1 d'épaisseur et aux cadavres des animaux de s'y assembler en aussi grande quantité.

C'est probablement pendant ces intermittences que les végétaux ont pu croître et les animaux vivre dans une eau qui n'était plus viciée par l'acide carbonique, jusqu'à ce que de nouveaux dégagements amenant avec eux de nouvelles molécules sédimentaires les forçaient de nouveau à disparaître. A chacune d'elles doit correspondre une couche de tourbe fossile ou de marne tourbeuse avec ossements et coquilles.

Nous avons dit que certaines espèces devaient être aquatiques; tels sont des Batraciens nombreux, des Crocodiles, des Lézards et des Tortues, quoique ces dernières appartiennent à la division des terrestres, des rongeurs, des insectivores et des oiseaux (échassiers et palmipèdes) : plusieurs aussi étaient terrestres, et leurs débris, très rares dans les couches à végétaux fossiles, se ren-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

contrent plus souvent dans les bancs plus épais et dans tout le groupe de nos calcaires de la Tour-de-Boulade. L'étage inférieur ne nous a cependant fourni aucun ossement dans les localités mêmes que nous décrivons ; mais nous parlerons de quelques espèces recueillies à peu de distance dans des conditions géologiques presque identiques.

La population de ce canton, à l'époque dont nous nous occupons, était très remarquable par l'association de ses espèces et leurs formes particulières. La grande abondance des batraciens établit entre nos dépôts et ceux de Bonn, d'OEningen et de Sansans une grande ressemblance. Les grandes espèces recueillies dans d'autres parties du bassin (Dinothérium, Rhinocéros à incisives, etc.), rappellent les animaux de Sansans et de certains gîtes de la vallée du Rhin. Nous allons donner une liste des espèces trouvées dans les localités que nous décrivons, en indiquant entre parenthèses les autres points du bassin où leurs débris ont été aussi trouvés.

Détermination des espèces. Pachydermes.

1. Anthracotherium magnum Cuv. (Nonette, Saint Germain).
2. Autre espèce de la taille du sanglier (Gergovia).
3. Oplotherium (de Laizer et de Parrieu), très commun au N.).
4. Rhinocéros tapirinus (Nob.) (Perrier, Antoin, Chaptuzat).

Ruminants.

5. Dremotherium (E. Geof. Saint-Hil.), une ou deux espèces ? (Cournon, Chaptuzat, etc.).

Carnivores.

6. Hyœnodon leptoryncha (de Laizer et de Parrieu). (Antoin, Authezat, Cournon).

Il est évident que les trois ou quatre espèces qui ont servi à faire les genres Ptérodon, Taxothérium et Hyœnodon (de Blainv.) doivent être réunis en un seul genre, qu'on ne peut, à l'exemple de M. de Blainville, rapprocher des Subursus, parce que leurs arrière-molaires, au lieu d'être tuberculeuses comme chez ces derniers sont tranchantes et en forme de véritables carnassières : ce qui constitue le type carnivore le plus développé, tandis que le contraire a lieu pour les petits ours de M. de Blainville. On ne voit pas non plus les motifs pour lesquels ce professeur a placé

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dans les chiens l'animal auquel a appartenu la mandibule de la collection de M. de Laizer, et qu'il croit différer de son Taxothérium. On y trouve cependant aussi les trois carnassières, tandis que les Canis en ont une seule avec un talon très développé et en arrière deux tuberculeuses, qu'on ne peut comparer aux arrière-molaires du fossile. Pourquoi, au contraire, a-t-il séparé des chiens, pour le mettre dans ces mêmes petits ours, l'Amphicyon de M. Lartet, qui a toutes les formes du chien, et où la présence d'une troisième tuberculeuse supérieure et la forme de la canine ne constituent pas une différence plus grande que celle qu'on observe dans les martes, entre les putois et les fouines, et dans les chats, entre les espèces à canines rondes et celles à dents cultriformes? Pour nous, nous considérons l'Hyœnodon comme un type particulier différent de tous les carnivores vivants connus et n'ayant quelque analogie qu'avec un didelphe de la Nouvelle-Hollande, le thylacyne, comme l'avait d'abord jugé G. Cuvier.

7. Viverra ou Marte ? (Volvic).

Insectivores.

8-9. Sarigue. Deux espèces bien caractérisées par leurs quatre mâchelières, dont le talon est tricuspidé, leurs trois fausses molaires, et leur canine normale à la mâchoire inférieure (Authezat, Cournon).

M. de Blainville a donné, dans l'ostéographie des insectivores, une mandibule fossile d'Auvergne qui a la plus grande analogie avec nos didelphes; mais cet anatomiste en a fait un hérisson du sous-genre Tenrec, quoiquel es fausses molaires soient au nombre de deux seulement dans ce dernier, que les talons des mâchelières y soient tout-à-fait rudimentaires et que la partie antérieure soit beaucoup plus élevée. La différence est donc frappante, et l'on est obligé de revenir aux didelphes, que M. de Blainville veut exclure, parce que, dans certaines espèces, c'est la deuxième fausse molaire et non la troisième qui est la plus grande, et que la première a deux racines au lieu d'une (Authezat, Cournon).

10. Macroscélide ? Animal ayant aussi quelques rapports avec les Échinosorex. La machoire inférieure a pour caractéristique $2 + 1 + 4 + 3$, ou $3 + 0 + 4 + 3$ (Perrier).

11. Taupe à dents aiguës (de Blainv.). Cette espèce est décrite comme nouvelle sous le nom d'acutidentata par M. de Blainville, et, dans la suite du mémoire, il est dit que le second os dentaire (*celui de la taupe à dents aiguës*) vient de la même espèce que le très

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

petit humérus (*de Sansans*), et qu'on pourra la désigner sous le nom de *talpa minuta antiqua*. Il y a évidemment erreur ou double emploi. Nous possédons, du reste, un échantillon où se trouvent réunis la tête et les membres antérieurs du même animal, et nous nous sommes assuré que les humérus sont semblables à ceux de taille moyenne, qu'il regarde comme variations de l'espèce commune (Volvic).

12. Desman arvernien (Nob.), caractérisé par la courbure de l'apophyse coronoïde de sa mandibule.

13. Sorex araneus (de Blainv.).

Rongeurs.

14. Steneofiber (E. Geof. Saint-Hil.) (Saint-Gérand-le-Puy).

15. Gergoviamys (Croizet) (Gergovia, Cournon, Boudes).

16. Castor; sous-genre à molaires toujours radiculées et à fût très court (Perrier, Antoin, Saint-Yvoine).

17. Omegadonte (Nob.), ainsi nommé d'après la disposition des replis d'émail de ses molaires (Authezat).

18-19. Rat de la taille du rat noir; autre espèce de celle de la souris (Cournon).

Oiseaux.

20-25. Échassiers et palmipèdes non déterminés (communs).

28. Petit oiseau à deux doigts seulement.

Reptiles.

26-27. Tortue terrestre et Émyde indéterminées (communes).

28. Crocodile indéterminé (commun).

29. Monitor, *à écailles osseuses ?* (Volvic, Cournon).

30. Dragone (animal voisin de la); des écailles osseuses, que nous avons attribuées au monitor, ont été aussi trouvées par M. Bravard à côté de débris de ce genre à Cournon. Auquel des deux appartiennent-ils? C'est ce que de nouvelles observations feront seules reconnaître.

31. Lézard voisin du L. velox (Cournon).

32-35. Raniformes de très grande et de très petite taille (Volvic, Cournon, Authezat).

36. Pipa ? ou animal très voisin.

37. Batracien anoure différent par son humérus des genres vivants connus.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

38. Salamandre voisine du terrestris.

39. Plaques osseuses semblables à celles que les grandes larves de Salamandre (axolotl) ont à leur palais.

Poissons.

Cyprins de 0,1 à 0,3 de longueur (dents pharyngiennes) (Gergovia).

Insectes.

Fragments peu déterminables, peut-être analogues à ceux de Coran, qui se rapportent à des Curculionites, Libellules, Tipules, Mouches, Guêpes, Phalènes et Larves très nombreuses (Coran, Gergovia).

Végétaux.

Graines très nombreuses de Chara.
Carpolithes thalictroïdes (Ad. Brong.) nombreux.
Équisétacée à tiges simples de 0,02 de diamètre.

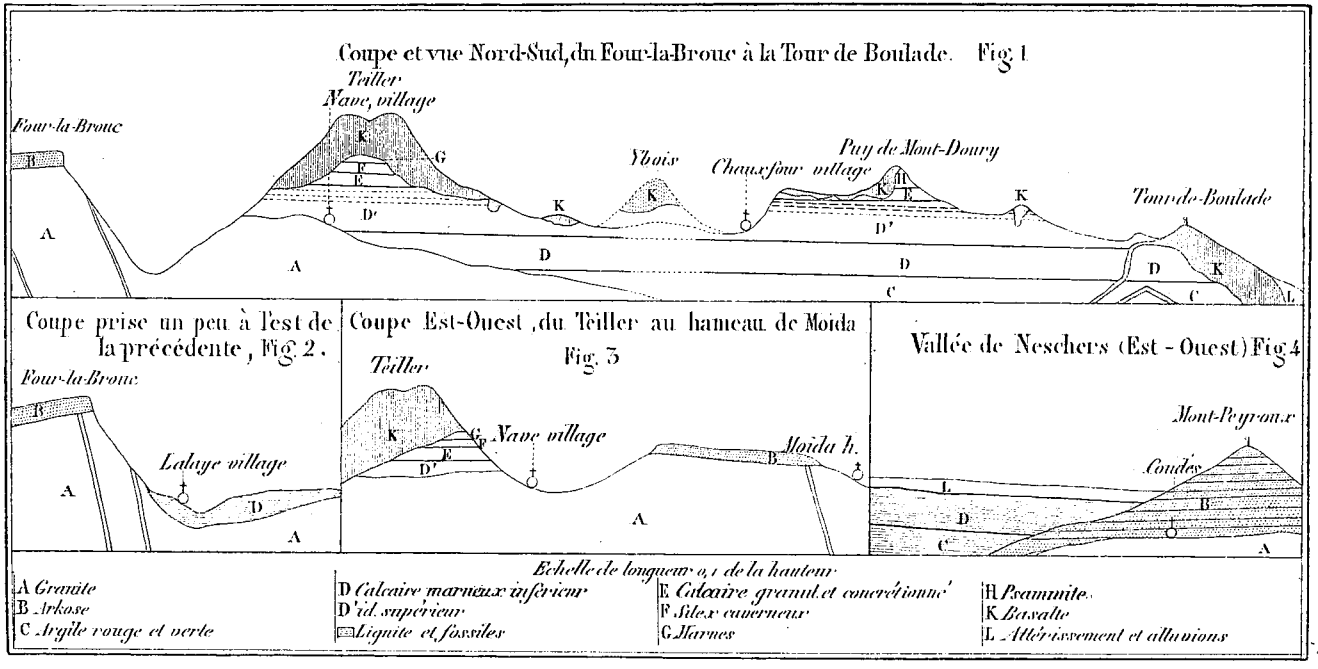
§ 2. *Fossiles des alluvions ponceuses.*

Les deux lambeaux de terrain alluvial ponceux décrits plus haut ne nous ont fourni aucun débris fossile; mais comme ils sont tout-à-fait identiques à ceux de la montagne de Perrier, nous pensons qu'on pourrait y découvrir les mêmes espèces. Ce sont des Mastodontes (2 espèces), Rhinocéros, Tapir, Sanglier, Bœufs (2 espèces élancées), Cerfs (une vingtaine d'espèces), Antilopes, Chèvre (2 espèces), Félis (sténéodontes 2; ordinaires 5), Hyènes (2 espèces), Marte, Zorille (1 espèce récemment découverte par M. Bravard), Loutre, Canis, Ours, Hérisson (plus grand que l'espèce de France, ayant la série dentaire plus longue d'un huitième, et la branche plus épaisse d'un sixième), Marmotte, Castor, Campagnols (2 espèces), Agouti (ou Porc-Epic suivant M. Croizet), Lièvre et oiseau. Cette population rappelle assez par la forme de ses espèces celles du val d'Arno supérieur, des sables marins de Montpellier et des Faluns. Elle est contemporaine des éruptions basaltiques.

§ 3. *Fossiles des atterrissements.*

Le dépôt qui repose sur le dyke basaltique de l'extrémité méri-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dionale de la Tour-de-Boulade nous a donné des ossements ayant appartenu à l'Éléphant, au Rhinocéros tichorhinus, au Cheval, à un Bœuf trapu, au Renne, à un Cerf voisin du canadensis, une Antilope ou Chèvre, un Félis et un Canis. Nous renvoyons, pour de plus grands détails, à la note imprimée dans le *Bulletin de la Société géologique*, t. XIII, page 209, sur quelques observations paléontologiques nouvelles faites en Auvergne. Toutefois nous ajouterons à la liste des espèces que nous avons alors donnée de cette génération, une Marmotte, un Ours et un Blaireau découverts par M. Bravard aux environs de Champeix, et nous dirons que le serpent de Coudes est plus grand que la couleuvre à collier et se rapproche beaucoup du serpent à lunettes (Coluber naja). Nous fixerons aussi l'attention des naturalistes sur un phénomène qui s'observe assez rarement, mais qui est très remarquable : nous voulons parler des fossiles marins répandus sur le sol dans les atterrissements et mêlés avec des alluvions quarzeuses qu'à l'exemple de M. Rozet nous avons regardées comme antérieures aux éruptions volcaniques. Ces fossiles ont tous évidemment été pris dans des couches plus anciennes et entraînés par une cause qu'on ne peut reconnaître dans notre vallée de la Limagne. Nous avions nous-même recueilli un mollusque dans l'atterrissement de Juvillac; il a été reconnu par M. Lyell pour un pleurotome des faluns. M. Bravard, depuis cette époque, a trouvé au même endroit deux natices, que M. Lyell a aussi déterminées. Nous signalons les faits sans pouvoir en donner aucune explication, car les terrains marins gisent à une très grande distance de l'Auvergne, et il serait un peu hardi de faire monter vers le plateau central un courant qui, venant du nord, aurait entraîné les fossiles silicifiés des terrains qu'il aurait traversés et n'aurait laissé dans la contrée que nous décrivons aucun dépôt reconnaissable.

Enfin nous terminerons en rappelant que ces atterrissements renferment des bois de Renne qui semblent avoir été travaillés par la main des hommes, et qu'on trouve parfois avec eux des silex cultriformes, mais jamais de poteries même les plus grossières, et pas certainement encore de débris humains enfouis avec eux.

En résumé, nous avons reconnu un terrain primitif de *gneiss* et de *granite*, des *arkoses* qui sont peut-être contemporaines des formations tertiaires de l'étage inférieur, des *argiles*, *calcaires*, *silex et marnes*, représentant l'étage moyen des mêmes terrains, des *roches volcaniques* et des *alluvions ponceuses*, qui sont de la même époque que les couches supérieures des mêmes forma-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tions, dont on a fait une époque distincte sous le nom de quaternaire, et enfin des *atterrissements* qui sont analogues aux brèches *osseuses*, aux *limons des cavernes* et aux *alluvions* les plus superficielles. Les fossiles ont appartenu à trois générations bien distinctes, dont la plus ancienne, la plus curieuse et la moins connue jusqu'à nous, nous semble indiquer un climat brûlant comme celui de la zone équatoriale. C'est avec les gîtes de Sansans et du Rhin qu'elle présente la plus grande analogie. A cette génération *paléothérienne* a succédé celle appelée *mastozoïque*, qui a été à son tour remplacée par la faune *humatile* ou *diluvienne*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

On rétablit ici les comptes du Trésorier, omis dans le procès-verbal de la séance du 4 mars où se trouve le rapport de la Commission.

Compte des recettes et dépenses faites pendant l'année 1843, *pour la Société Géologique de France*, présenté par M. Auguste VIQUESNEL, trésorier.

RECETTE.

NUMÉROS DES ARTICLES.	DÉSIGNATION DES RECETTES.	BUDGET 1843.	COMPTE.	Augmentation.	Diminution.
1	Reliquat du compte précédent.	1,551 75	1,551 75	» »	» »
2	Cotisations. . { Année courante	8,000 »	9,247 75	1,247 75	» »
	— arriérées	1,500 »	2,423 »	923 »	» »
	De 1844	120 »	543 75	423 75	» »
	Une fois payées	600 »	2,400 »	1,800 »	» »
3	Droits d'entrée.	500 »	860 »	360 »	» »
4	Vente de Bulletins et abonnements. . . .	200 »	302 »	102 »	» »
5	— de Mémoires	1,000 »	2,419 25	1,419 25	» »
6	Rentes sur l'Etat.	970 »	995 »	25 »	» »
7	Recettes diverses	50 »	134 »	84 »	» »
8	— extraordinaires (Mémoires). . .	1,650 »	1,860 »	150 »	» »
		16,141 75	22,676 50	6,534 75	» »

COMPARAISON.

La Recette effectuée est de.	22,676	50
La Recette présumée était de.	16,141	75
Il y a excédant de.	6,534	75

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

DÉPENSE.

NUMÉROS DES ARTICLES.	DÉSIGNATION DES DÉPENSES.	BUDGET 1843.	COMPTE.	Diminution.	Augmentation.
1	Agent	1,800 »	1,800 »	» »	» »
2	Garçon de bureau	800 »	800 »	» »	» »
3	Travaux extraordinaires	300 »	300 »	» »	» »
4	Mobilier	200 »	57 90	142 10	» »
5	Dépenses diverses	250 »	225 05	24 95	» »
6	Ports de lettres	200 »	360 35	» »	160 35
7	Bibliothèque	400 »	436 55	» »	36 55
8	Impressions et lithographies diverses	150 »	170 80	» »	20 80
9	Collections	100 »	5 25	94 75	» »
10	Chauffage, éclairage	400 »	364 15	35 85	» »
11	Bulletin	4,300 »	5,006 60	» »	706 60
12	Port du Bulletin	700 »	877 »	» »	177 »
13	Dépenses extraordinaires pour le résumé des progrès de la géologie (Bon du Trésor)	1,000 »	1,000 »	» »	» »
14	Achat de Mémoires	1,800 »	3,909 25	» »	2,109 25
15	Dépenses supplémentaires relatives aux Mémoires	1,500 »	2,179 »	» »	679 »
16	Loyer, contributions, assurances	1,150 »	1,163 60	» »	13 60
17	Change et retour de mandats	300 »	356 80	» »	56 80
18	Session extraordinaire	» »	» »	» »	» »
19	Placement des capitaux en rentes sur l'Etat	600 »	2,380 80	» »	1,780 80
20	Dépenses imprévues	» »	204 20	» »	204 20
		15,950 »	21,597 30	297 65	5,944 95

COMPARAISON.

La Dépense faite est de	21,597	30
La Dépense présumée était de	15,950	»
Il y a un excédant de	5,647	30

RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1843.

La Recette totale étant de	22,676	50
Et la Dépense de	21,597	30
Le reste en caisse audit jour est de	1,079	20

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

COTISATIONS REMBOURSÉES ET PLACEMENTS DE CAPITAUX.

	NOMBRE DES COTISATIONS.	VALEURS.
		fr. c.
Antérieurement à 1843....	32	9,600 »
Pendant l'année 1843.....	8	2,400 »
Totaux.....	40	12,000 »
Legs Roberton.....	.....	12,600 »
Total des capitaux reçus...	.....	24,600 »
PLACEMENTS EN ACHATS DE RENTES.		
970 fr. — Antérieurement à 1843.	fr. c. 22,373 20	24,753 40
98 — Pendant l'année 1843..	2,380 20	
1,068 fr. En avance de....	.....	153 40

Paris, ce 2 janvier 1844.

AUGUSTE VIQUESNEL, *trésorier.*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

A CHAMBÉRY,

du 12 au 27 août 1844.

Les membres qui ont assisté à la Réunion de Chambéry sont :

Mgr Billiet,
Mgr Rendu.

MM.

Agassiz,
Bancenel (de),
Beaudouin (Jules),
Bernard,
Blanchet,
Bonafous,
Bougault,
Bourjot,
Carrel,
Chamousset,
Choulot (de),
Clément-Mullet,
Croset-Mouchet,
Davat,
Despine (Baron),
Despine (Chev.),
Domenget,
Doublier,

MM.

Dupasquier,
Favre,
Frizac,
Genin,
Gleizes,
Gras,
Hugard,
Kramer,
Landriot,
Lardy,
Maire,
Pinteville (de),
Replat,
Saluce,
Sismonda,
Tchihatcheff (de),
Verneuil (de),
Veyrat,
Viquesnel,
Virlet d'Aoust.

Un nombreux auditoire, composé de personnes de la ville et étrangères à la Société, a constamment assisté à chacune des séances. Plusieurs d'entre elles ont plus particulièrement

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pris part aux travaux de la Société, en s'unissant à ses membres dans leurs courses et leurs explorations scientifiques; ce sont :

MM.

ALLIODI, prêtre et professeur de philosophie à Moutiers en Tarentaise;

BONJEAN, pharmacien-chimiste à Chambéry;

BONTRON, élève du grand séminaire de Chambéry;

CLERC-BIRON, géomètre à St-Pierre-d'Albigny;

D'HUMBERT, prêtre et professeur de philosophie à St-Jean-de-Maurienne.

DUBOIS de MONTPÉREUX, professeur d'archéologie à l'Académie de Neuchâtel;

DUPLAN, avocat à Moutiers;

GUYOT, professeur d'histoire et de géographie à l'Académie de Neuchâtel;

LAURENT (le Père), capucin, lecteur au couvent d'Yenne.

MATHILE, professeur de droit à l'Académie de Neuchâtel.

MM.

MICHELIN (Hardouin), conseiller référendaire à la Cour des comptes à Paris;

PIGNAL, docteur en médecine et en chirurgie à Chambéry;

PILLET (Antoine), ingénieur à St-Jean-de-Maurienne;

PILLET (Humbert), chanoine honoraire, official et professeur d'Écriture sainte au grand séminaire de Chambéry;

PILLET (Louis), avocat à Chambéry;

RAYMOND (Melchior), avocat à Chambéry;

RASSAT, élève du grand séminaire à Chambéry;

SAINT-BONNET (DE), sénateur à Chambéry;

TOURNIER, prêtre, promoteur diocésain, directeur et professeur de théologie au grand séminaire de Chambéry.

1re *séance du* 12 *août.*

Les membres de la Société géologique de France présents à Chambéry se réunissent au grand séminaire, à deux heures après midi, pour y tenir une séance préparatoire. Sur la proposition de MM. les membres du bureau de Paris, la présidence provisoire est déférée à M. Agassiz.

La Société arrête ensuite les projets d'excursion, conformément au programme suivant, proposé par M. Chamousset.

Le 13, promenade aux environs de la cascade de Couz, pour y examiner le terrain tertiaire d'eau douce et les différents étages de la formation néocomienne.

Le 14, excursion sur la montagne des Déserts, où les calcaires et les grès à nummulites, ainsi que les marnes micacées qui les recouvrent, prennent un grand développement.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Le 15, promenade à la carrière et sur la colline de Lémenc, dont le calcaire blanc, grisâtre ou bleuâtre, appartenant à l'oxford-clay inférieur, fournit d'excellentes pierres de taille et la plupart des matériaux employés dans les constructions de Chambéry.

Les 16 et 17, exploration de la montagne du Mont-du-Chat, localité classique pour l'étude des formations néocomiennes et jurassiques de la Savoie; en allant, le 16, de Chambéry à la Balme et à Yenne; le 17, d'Yenne à Aix-les-Bains, par Lucey, Chanaz et Haute-Combe.

Le 18, retour d'Aix à Chambéry, en visitant l'alluvion ancienne et les lignites de Sonnaz.

Les 19, 20, 21, 22 et 23, voyage en Tarentaise pour y observer les roches cristallines, les grès métamorphiques, et en particulier les schistes de Petit-Cœur. Retour par la Maurienne, en traversant le col de la Magdeleine.

Le 24, départ de Chambéry pour Annecy, en allant d'abord par Rumilly jusqu'à Saint-André, où la forme arquée de la montagne jurassique et néocomienne est extrêmement remarquable; et revenant de là à Annecy par Chavaroche, pour voir dans leur ensemble l'alluvion ancienne, les formations tertiaires marine et lacustre et les calcaires asphaltiques.

Le 25, séjour à Annecy.

L'inauguration de la statue de Berthollet, que la ville d'Annecy venait d'élever, avait été fixée au 25 août. La commission chargée de l'érection du monument avait prié les membres de la Société de venir par leur présence ajouter à la solennité de cette fête scientifique, que l'on se proposait de célébrer en l'honneur du grand chimiste savoisien. Cette invitation a été acceptée avec empressement par la Société.

Les 26 et 27, retour à Chambéry par Entrevernes et les Beauges.

Le 27 au soir, clôture de la réunion extraordinaire.

La pluie et quelques circonstances particulières ont par la suite apporté de légers changements dans l'exécution de cet itinéraire.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

2e *séance du* 12 *août.*

Le soir, à six heures, les membres de la Société se rassemblent de nouveau au grand séminaire; de là ils se rendent à la salle de l'hôtel de ville, que l'administration municipale avait fait disposer, pour que la Société pût y tenir convenablement ses séances publiques. Ils sont reçus à leur arrivée par MM. les nobles syndics. L'un d'eux, M. le chevalier Rey, au nom de la ville dont il se félicite d'être en cette occasion le représentant et l'organe, les remercie d'avoir choisi Chambéry pour le lieu de leur réunion extraordinaire en 1844.

M. Agassiz, dans sa réponse, lui exprime la reconnaissance de la Société pour le bon accueil et la bienveillante hospitalité qu'elle reçoit de la ville de Chambéry.

Une députation de la Société royale académique de Savoie, composée de MM. Ménabréa, secrétaire-perpétuel, le chanoine Turinaz, le baron Jacquemoud, Bonjean et le comte d'Aviernoz, arrive en ce moment dans la salle. M. Jacquemoud, chargé de porter la parole au nom de la Société royale académique de Savoie, s'exprime en ces termes :

« Messieurs,

» Nous avons l'honorable mission d'exprimer à la Société géologique de France les vives sympathies et les fraternelles félicitations de la Société royale académique de Savoie. Notre Société, messieurs, se réjouit des rapports intimes qui vont s'établir avec la vôtre.

» L'arrivée dans notre patrie de tant d'hommes remarquables est saluée par d'unanimes acclamations.

» La protection généreuse et éclairée que notre auguste et bien-aimé souverain, S. M. le roi Charles-Albert, accorde à la culture des sciences, des lettres et des arts, vous assure les dispositions les plus bienveillantes de la part des mandataires de son autorité.

» Portés à la réflexion et aux études sérieuses par le spectacle d'une nature imposante, les habitants de la Savoie ho-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

norent la science et applaudissent aux efforts de ceux qui contribuent à étendre le cercle des connaissances humaines. Cette cité, heureuse de vous posséder, se glorifiera à jamais de la préférence que vous lui avez accordée pour la solennité scientifique qui vous réunit dans ses murs.

» Notre pays, si riche en souvenirs, si fier de la nationalité que ses enfants conservent avec honneur au centre des Alpes depuis plus de huit siècles, renferme dans ses montagnes les magnificences de la création; elle offre surtout un vaste champ aux explorations de la géologie. Nous sommes persuadés, messieurs, que vos savantes recherches seront fécondes en précieux résultats.

» Honneur à vos nobles et utiles travaux! Vous avez droit à l'estime et à la reconnaissance publiques; la Société royale académique de Savoie s'empresse, messieurs, de vous en offrir le légitime tribut. »

M. Agassiz répond ainsi à la Société royale académique de Savoie :

« Messieurs,

» La Société géologique de France reçoit avec reconnaissance les témoignages de sympathie que la Société royale académique de Savoie vient de lui donner. Cette sympathie, messieurs, anime tous ceux qui savent apprécier les avantages des études sérieuses. Les travaux de l'esprit offrent, en général, un attrait irrésistible; mais quand ils ont pour objet l'étude de la nature, ils acquièrent un charme nouveau en élevant notre âme vers les scènes majestueuses dont votre pays offre le sublime spectacle. Si ces travaux peuvent parfois paraître étrangers à la marche de la civilisation, ils ne concourent pas moins directement au bien-être de la société et aux progrès de l'agriculture et de l'industrie.

» En choisissant Chambéry pour lieu de sa réunion, cette année, la Société géologique savait qu'elle trouverait ici des collègues distingués et des savants voués à l'étude de toutes les branches de la science. Heureux le pays qui, sous l'égide d'un monarque protecteur de tout ce qui est utile et beau, est devenu le théâtre d'une activité intellectuelle aussi brillante!

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

» La Société géologique de France est heureuse de fraterniser avec la Société royale académique de Savoie ; elle espère que les membres des deux Sociétés se trouveront constamment réunis dans les séances qui vont avoir lieu. »

La députation de la Société royale académique de Savoie invite les membres de la Société géologique à assister le lendemain à une séance publique, dans laquelle l'Académie de Savoie doit décerner un prix de poésie. La Société géologique accepte cette occasion de prouver sa sympathie à la Société royale académique de Savoie.

M. Agassiz proclame ensuite membres de la Société :

MM.

Replat, ingénieur des mines du duché de Savoie, et directeur des usines royales d'Albertville, présenté par MM. Despine et Chamousset ;

Le chevalier Domenget, médecin de la maison du roi, professeur émérite de chimie et de médecine à Chambéry, présenté par MM. Despine et Chamousset ;

Davat, docteur en médecine à Aix-les-Bains, présenté par MM. Viquesnel et de Pinteville ;

Veyrat, docteur en médecine à Aix-les-Bains, présenté par MM. Viquesnel et de Pinteville ;

Kramer (Charles), membre de la Société impériale de minéralogie de Saint-Pétersbourg, présenté par MM. de Tchihatcheff et Agassiz.

La Société procède ensuite à la formation du bureau pour la durée de la réunion de Chambéry ; elle nomme :

Président, Mgr Rendu, évêque d'Annecy ;
Vice-Présidents, MM. Agassiz et Sismonda ;
Secrétaires, MM. Chamousset et Landriot.

Mgr Rendu, n'étant pas présent à la séance, M. Agassiz invite M. Sismonda à occuper le fauteuil de la présidence.

M. Virlet fait hommage à la Société, de la part de M. Fournet, de Lyon, d'un mémoire intitulé : *Aperçu sur quelques phénomènes chimiques de cristallisation produits dans les filons.*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Il met ensuite sous les yeux de la Société *la carte géologique du globe*, de M. Boué, éditée par M. Andriveau Goujon, rue du Bac, 17, sous la direction et par les procédés de M. Le Blanc. Il donne quelques détails sur les principes qui ont dirigé M. Boué dans son travail.

La Société, avant de se séparer, délègue MM. les membres du bureau pour aller remercier S. Ex. le marquis de la Planargia, gouverneur général du duché de Savoie, et MM. les nobles syndics de la ville, de la bonne réception qui lui a été faite à son arrivée à Chambéry.

Au sortir de la séance, la députation se rend au château, où elle est accueillie avec la plus grande bienveillance par S. Ex. le gouverneur général du duché.

La matinée du 13 août a été employée à explorer les environs de la cascade de Couz. A trois heures de l'après-midi, la Société se rend dans la grande salle de la bibliothèque de la ville, où devait se tenir la séance de la Société royale académique de Savoie. Une place d'honneur lui avait été préparée par MM. les membres de cette dernière Société.

Mgr Billiet, président de la Société royale académique, en fait l'ouverture par le discours suivant, adressé principalement aux membres de la Société géologique.

Messieurs,

La Société académique de Savoie se félicite de pouvoir aujourd'hui établir d'honorables relations avec MM. les membres de la Société géologique de France. Ces relations nous font espérer à tous égards les plus précieux avantages. Cette science, qui déroule à nos regards la série des révolutions du globe, est immense par la variété des objets qu'elle embrasse. Elle exige des connaissances vastes, des voyages dispendieux et pénibles, des observations comparatives faites sur une grande échelle, et surtout elle exige un esprit juste, étendu, capable d'apprécier chaque fait particulier avec précision et d'embrasser les grands phénomènes de la nature dans tout leur ensemble.

Quoique cette science ne soit pas l'objet principal de notre Société académique, plusieurs des membres qui la composent y ont néanmoins consacré quelques loisirs. Et en effet, aujourd'hui que la géologie est si généralement cultivée, avec une disposition na-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

turelle à tout examiner, il est difficile de ne pas s'en occuper quelque peu, ne fût-ce que dans ses promenades habituelles. Les matériaux mêmes de nos constructions, les tables de marbre qui ornent nos salons, les cailloux de nos pavés, la berge du chemin, la carrière où le tailleur de pierre a établi son atelier, tout peut donner lieu à d'utiles observations; et surtout qui peut élever ses regards vers les cimes majestueuses qui nous environnent, sans remarquer la variété des couches dont elles sont formées, la position de ces mêmes couches tantôt horizontales, tantôt inclinées, courbées, bouleversées de mille manières différentes, et toutes les innombrables coquilles qui y sont ensevelies, sans en conclure que l'état actuel de notre globe a été précédé d'une série d'étonnantes révolutions !....

Au moment où vous allez commencer vos savantes recherches, vous mettrez peut-être quelque intérêt à connaître approximativement l'idée que nous nous sommes formée du bassin de Chambéry et la série géologique que nous croyons y avoir observée. Vous vérifierez bientôt par vous-mêmes plus en détail ce que nous allons indiquer ici superficiellement et en peu de mots.

1° Dans la plus grande partie de son étendue, la surface de ce bassin est parsemée de blocs erratiques de diverses grandeurs; on en trouve qui ont jusqu'à 40 et 80 mètres cubes. Tous sont de pierres dures et paraissent, comme la nature des roches semble l'indiquer, provenir des vallées de Maurienne et de Tarentaise. Leurs angles sont toujours plus ou moins abattus. Ils sont dispersés d'une manière à peu près uniforme jusqu'à la hauteur d'environ 1200 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les cimes élevées qui dominent cette ligne en sont dépourvues. On les trouve partout gisants à la surface du sol, ou enfoncés à peu de profondeur dans une couche de sable, de marne et de cailloux roulés, qui recouvre l'alluvion ancienne. Quelle est la cause qui a pu les amener ou les transporter de si loin? Seraient-ce les glaciers, comme plusieurs géologues distingués le pensent aujourd'hui? Mais il faut supposer pour cela que ces blocs ont été transportés par des glaçons flottants sur les eaux de la mer, ou sur les eaux d'un grand lac, ou enfin par des glaciers glissant à la surface du sol. La première hypothèse ne paraît pas admissible : 1° parce que leurs angles abattus annoncent qu'ils ont été roulés et non transportés; 2° parce que leur gisement actuel sur un terrain d'eau douce démontre que nos environs n'étaient pas alors un fond de mer. La seconde hypothèse n'offre pas une plus grande vaisemblance, parce que si toutes les contrées où il y a aujourd'hui des blocs erratiques

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

avaient été à cette époque un lac immense, ce lac n'aurait pu être mis à sec que par une nouvelle révolution et par le soulèvement de quelques montagnes ; or il n'y a pas eu de révolution depuis le dépôt des blocs erratiques, puisque les couches de l'alluvion ancienne sur laquelle ils reposent n'ont pas été soulevées. Pour admettre la troisième hypothèse, il faut supposer qu'une grande partie de l'Europe a été recouverte pendant des siècles entiers par un vaste glacier. Comment peut-on adopter cette opinion, tandis que tout annonce au contraire que la température du globe va en diminuant, et qu'elle était dans ces temps reculés plus élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui ? D'ailleurs si une immense enveloppe de neige avait alors recouvert la Savoie tout entière, sauf quelques avalanches locales, elle aurait été retenue d'une manière fixe et immobile par les sommités mêmes des montagnes ; elle n'aurait pu être mise en fusion que par une chaleur très intense, et dans ce cas même les glaciers auraient glissé peu à peu au fond de chaque vallée, sans pouvoir jamais passer d'une vallée dans l'autre par-dessus la chaîne qui les sépare (1). D'un autre côté, si ces blocs ont été charriés par un courant quelconque, pourquoi la pesanteur ne les a t-elle pas entassés dans les parties les plus basses de chaque vallée, au lieu de les disperser partout uniformément jusqu'à 1,200 mètres d'élévation ? Sur ce point comme sur beaucoup d'autres, les questions se présentent toujours à notre esprit beaucoup plus facilement que les réponses.

De Montmélian au Bourget on trouve une série de collines peu élevées qui paraissent appartenir à l'alluvion ancienne. Elles sont formées de plusieurs couches de sable et de cailloux roulés de petites dimensions, qui tous, ou presque tous, sont de quarz, de granite, de syénite, de serpentine et d'autres pierres dures. Comme

(1) Si l'on attribue aux glaciers le transport des blocs erratiques, il faut supposer que, lorsque ce transport s'est effectué, il y avait des glaciers partout où il y a aujourd'hui de ces blocs, c'est-à-dire dans la plus grande partie de l'Europe. Si les glaces recouvraient alors la plus grande partie de l'Europe, elles devaient recouvrir en même temps toutes les autres contrées qui sont à la même latitude dans les deux hémisphères. Elles auraient donc ainsi envahi simultanément, non seulement les deux zones glaciales, mais encore les deux zones tempérées ; ce qui supposerait une température beaucoup moins élevée que celle qui existe depuis le commencement des temps historiques. Aucun fait géologique ne paraît nous autoriser à admettre dans la température du globe de semblables oscillations.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

il n'y a dans ce bassin d'autres roches en place que le calcaire et le grès, il est évident que ces dépôts, ainsi que les blocs erratiques, y ont été amenés de loin. On n'y trouve rien de marin, ni aucune preuve de soulèvement ; ils renferment une couche de lignite très étendue et remarquable sous plusieurs rapports. Nous croyons devoir la signaler à votre attention. Quoique nous ne citions ici pour exemple que les environs de Chambéry, cette alluvion ancienne se retrouve également en beaucoup d'autres endroits de la Savoie ; mais elle ne renferme pas partout du lignite. Ce terrain, déposé après tous les soulèvements des montagnes voisines, constitue-t-il une seule formation, ou bien doit-on y en distinguer plusieurs? C'est un point qui ne nous paraît pas encore suffisamment éclairci.

A la suite de cette alluvion ancienne, nous trouvons un grès tertiaire et marin d'une étendue assez considérable. Loin des montagnes, ces couches ont conservé leur position horizontale ; quand elles sont adossées à une montagne, comme on l'observe près d'ici, entre Cognies et le Bourget, elles ont participé à son soulèvement, mais seulement jusqu'à hauteur moyenne ; ce qui semble indiquer que la montagne d'Epine, sur la partie inférieure de laquelle ces couches sont appuyées, a été soulevée en partie avant la formation du grès et en partie après.

En dessous de ce grès, on trouve en quelques endroits, et notamment entre le Bourget et le Mont-du-Chat, une espèce de brèche composée de fragments calcaires, dans plusieurs desquels on voit des trous nombreux et peu profonds, creusés par des pholades, et ensuite remplis par une pâte de grès, ce qui prouve qu'ils avaient longtemps séjourné dans un fond de mer. Cette brèche n'est probablement qu'une dépendance du grès, dont la première couche paraît avoir conglutiné tous les fragments calcaires dispersés sur le sol où elle a été déposée.

On trouve aussi, entre Saint-Cassien et Vimines, et plusieurs autres endroits, une autre espèce de brèche formée par des fragments calcaires qui paraissent généralement avoir été fournis par le terrain néocomien. Le marbre de Vimines, dont l'usage est si commun en Savoie, en fait partie. Aux coquilles qu'elle renferme, on reconnaît aisément que c'est une formation d'eau douce intercalée entre deux formations marines ; ce qui prouve que ce bassin a été plusieurs fois fond de mer, plusieurs fois île ou continent.

Si quelqu'un dans cet auditoire s'effrayait de cet aveu, nous pourrions le rassurer quelque peu en lui apprenant qu'à l'ex-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ception du déluge dont Moïse nous parle dans la Genèse, tous les autres grands bouleversements qu'a éprouvés la surface du globe ont eu lieu dans ce qu'on est convenu d'appeler les temps géologiques. Or, ces temps géologiques ont précédé la création de l'homme, et par conséquent aussi la chronologie de Moïse, qui ne commence qu'à Adam. Ces anciennes révolutions ont dû ensevelir à différentes profondeurs les végétaux et les animaux qui alors existaient déjà ; l'homme n'a pu en être la victime, puisqu'il n'était pas créé. En effet, en creusant dans les entrailles de la terre, on y trouve des débris de plantes et d animaux en abondance, et jamais d'ossements humains. Ainsi les découvertes de la géologie confirment le récit de la Genèse au lieu de le contredire.

Après la formation d'eau douce dont nous venons de parler, on trouve encore dans nos environs, mais en peu de localités, le calcaire à Nummulites, qui paraît appartenir au groupe de la craie, et du grès vert. Ce dernier terrain ne se présente d'une manière bien apparente que dans la vallée des Beauges, près du pont d'Entrèves ; nous trouvons ensuite le terrain néocomien bien développé. On peut l'observer particulièrement à Myans, à la cascade de Couz et au Mont-du-Chat. Les profondes coupures qu'on a faites à cette montagne pour y tracer une nouvelle route en rendent l'examen facile. On y distingue aisément trois étages : un étage supérieur formé d'un beau calcaire blanc, un étage moyen formé d'un calcaire marneux gris ou bleuâtre, et un étage inférieur formé d'un calcaire jaunâtre un peu cristallisé.

Sous le calcaire néocomien se trouve le terrain jurassique. Quoiqu'il soit très commun dans cette province, il n'y a pas de localités où on puisse mieux l'observer qu'au Mont-du-Chat, où quelques unes de ses couches, à Lucey et à Chanaz, sont plissées d'une manière très remarquable. On distingue facilement, en cette dernière localité, et dans un espace peu étendu, toutes les couches ordinaires du terrain jurassique moyen et quelques unes du terrain jurassique inférieur. Il serait trop long d'en faire ici l'énumération. Trouve-t-on aussi dans les environs de Chambéry le terrain jurassique supérieur? C'est une question sur laquelle nous appelons votre attention.

En résumant la série géologique que nous venons d'exposer, on trouve donc dans nos environs :

1° Le terrain diluvien et les blocs erratiques à la surface du sol ;

2° L'alluvion ancienne ;

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

3° Le grès tertiaire ancien ;

4° La formation d'eau douce où se trouve le marbre de Vimines ;

5° La formation nummulitique ;

6° Le grès vert;

7° Les divers étages du terrain néocomien ;

8° Les divers étages de l'oolite ou terrain jurassique, moins peut-être le calcaire portlandien ou jurassique supérieur.

Les environs de Chambéry ne sont pas la seule partie de la Savoie qui offre des difficultés. Si vos loisirs et un temps favorable vous permettent d'explorer les vallées des Alpes, vous y trouverez aussi beaucoup d'objets dignes de fixer sérieusement votre attention.

Si l'on trace une ligne de la Rochette à Chamounix, en passant par Albertville et par Sallanches, on divise la Savoie en deux parties. Celle qui demeure au N -O. de cette ligne, la plus étendue et la plus riche, renferme à peu près partout les mêmes variétés de terrains que les environs de cette ville ; l'autre partie, qui comprend la Maurienne, la Tarentaise et le Haut-Faucigny, est presque entièrement occupée par des schistes métamorphiques. Entre ces deux systèmes, on observe en quelques endroits un calcaire argileux, à couches minces, tendre et quelquefois friable. Appartient-il au lias, ou au terrain jurassique inférieur, ou même au calcaire oxfordien? C'est une question qui ne nous paraît pas encore résolue.

Il n'existe que très peu de débris organiques dans les vallées des Alpes. On y observe cependant de belles empreintes de fougères à Petit-Cœur, des bélemnites et quelques autres coquillages dans le marbre de Villette, des ammonites dans les schistes argileux du col de la Magdeleine et dans ceux d'Albiez-le-Jeune, quelques débris de végétaux dans l'anthracite de Tarentaise et de Maurienne. Les terrains où se trouvent ces divers fossiles sont-ils tous d'une formation contemporaine? Appartiennent-ils à l'oolite, au lias, au terrain houiller ou à un système encore plus ancien? Ce sont de graves questions qui ont déjà été traitées par des hommes distingués, et sur lesquelles nous espérons entendre aussi vos discussions.

En plusieurs endroits, et particulièrement à Saint-Jean-de-Maurienne, à Modane, à Bozel, à Aime et au Bourg-Saint-Maurice, ces montagnes schisteuses sont recouvertes de grands dépôts de gypse, quelquefois stratifiés, à couches inclinées, et quelquefois à grandes masses sans apparence de stratification. Il reste

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

aussi à déterminer à quelle époque on doit rapporter cette formation, quel rang elle occupe dans la série géologique, et quelles transformations elle peut avoir subies depuis son origine.

Nous avons déjà remarqué que, dans les vallées des Alpes, le sol est presque entièrement occupé par plusieurs espèces de schistes cristallisés qu'on y trouve bouleversés en mille manières différentes et privés de débris organiques. Au milieu de ces terrains d'origine aqueuse, on voit apparaître en quelques endroits des roches d'origine ignée. Il existe une ligne d'un beau granite blanc porphyroïde, qui se prolonge depuis la commune de Naves en Tarentaise, jusque dans l'Oisans, en passant par Fesson, par la Chapelle-en-Mauriseran, où il est visible près de l'église, et par Saint-Hugon. Il y a une roche d'une belle espèce d'euphotide, en Maurienne, en dessus de Villarodin. Il y a aussi, entre Bessans et Bonneval, des montagnes de serpentine qui rivalisent en hauteur avec le Montiseran. On résoudrait l'un des plus grands problèmes de la géologie, si l'on parvenait à déterminer l'étendue des altérations et des modifications que les roches ignées ont fait subir, à l'époque de leur soulèvement, aux couches métamorphiques qui les avoisinent.

Une question grave se rattache ici à la géologie, c'est celle qui concerne la cause du goître et du crétinisme. Ces tristes infirmités sont presque entièrement inconnues dans toutes les parties de la Savoie occupées par les groupes jurassiques, néocomiens et tertiaires. Elles ne commencent à se manifester que lorsqu'on arrive au terrain métamorphique. Elles ne sont nulle part plus fréquentes ni plus graves que sur les terrains argileux et aux environs des dépôts de gypse. Cela porterait à croire qu'elles dépendent principalement de la nature du sol sur lequel les habitations se trouvent placées, ou des eaux qui en sont imprégnées, et que l'ombrage, l'humidité et le défaut de courant d'air n'exercent à leur égard qu'une influence secondaire. Il serait très à désirer que la géologie et la médecine réunissent leurs lumières et leurs efforts pour traiter une question qui intéresse à un si haut point l'humanité (1).

---

(1) 1° Il y a connexion entre le goître et le crétinisme : ces deux infirmités se développent toujours dans les mêmes localités. 2° Le goître et le crétinisme ne sont pas héréditaires : ils dépendent du sol où les habitations sont situées. Le changement de domicile est le plus sûr moyen de s'en garantir. Les enfants nés après le changement n'y sont plus exposés. Le contraire a lieu lorsqu'une famille va s'établir dans un pays

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

On peut juger par ce court aperçu que la Savoie présente aux géologues de nombreux phénomènes à observer et de graves questions à résoudre. Déjà plusieurs membres de la Société géologique de France ont étudié nos terrains avec soin et nous ont éclairés de leurs lumières. MM. Brochant de Villiers, Élie de Beaumont, Agassiz, Sismonda, Itier, Fournet, et plusieurs autres ont acquis depuis longtemps des droits à notre reconnaissance. Si cette année, ou en d'autres circonstances, vos loisirs vous permettent d'étudier nos Alpes d'une manière approfondie; si une monographie complète de la Savoie, sous le rapport géologique, pouvait être le résultat de vos travaux, vous auriez encore, désormais, des droits plus légitimes à nos souvenirs. Puisse le court séjour que vous allez faire dans notre patrie vous être agréable sous quelque rapport et vous engager à en faire encore quelquefois à l'avenir l'objet de vos études!

Le discours de Mgr Billiet a été suivi de la lecture d'un mémoire de M. Léon Ménabréa sur l'origine et les premières phases de la poésie en Savoie, et de l'exécution d'une symphonie remarquable composée par M. Melchior Raymond, d'après des lois nouvelles d'acoustique qu'il venait de déterminer. Ensuite, M. le sénateur Auguste de Juge, dans un rapport écrit, a fait connaître le jugement de l'Académie sur chacun des poëmes présentés au concours.

Après la séance, un banquet a été offert par la Société royale académique de Savoie aux membres de la Société géologique, dans une des salles du grand séminaire.

---

qui s'y trouve sujet. 3° On contracte le crétinisme avant de naître, et le goître de 10 à 40 ans. 4° S'il y a dans un village deux fontaines, dont l'une vient d'un sol argileux ou gypseux, et l'autre d'une roche talqueuse, amphibolique, micacée, granitique, etc., ceux qui font usage de cette dernière source y sont beaucoup moins exposés que les autres. Il serait donc utile, ce semble, de filtrer les eaux, et même d'ajouter aux filtres quelques réactifs propres à neutraliser les substances nuisibles qu'elles peuvent contenir. Il serait peut-être plus prudent encore, surtout pour les femmes enceintes, de ne faire usage que des eaux pluviales recueillies dans des citernes.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Séance du 14 août,

à 6 heures du soir.

PRÉSIDENCE DE Mgr RENDU.

Mgr Rendu remercie MM. les membres de la Société géologique du choix qui l'a élevé à la présidence.

M. de Caumont écrit à MM. les membres de la Société réunis à Chambéry, et les invite à assister à la douzième session du congrès scientifique de France, qui, cette année, doit se tenir à Nîmes, du 1er au 12 septembre.

M. Chamousset, secrétaire, rend compte comme il suit de la course du 13 août et de celle du 14 août.

Promenade du 13 aux environs de la cascade de Couz.

La Société est partie de Chambéry à six heures du matin. Près du pont de Cognin, elle a remarqué le dépôt erratique qui a formé la colline de Montjet, coupée en cet endroit par la nouvelle grande route. Ce dépôt poudingiforme est un mélange confus de terre, de sables, de cailloux calcaires, quarzeux, granitiques, schisteux; il contient çà et là d'énormes blocs disséminés dans sa masse. Il recouvre jusqu'à une certaine hauteur toutes les autres formations du bassin de Chambéry. Un peu avant d'arriver au pont Saint-Charles, la Société considère à sa gauche, de l'autre côté du ruisseau, plusieurs petites collines entièrement formées de ce dépôt, tandis que la colline de Vimines, qu'elle avait devant elle et à sa droite, est tertiaire; sa surface est seulement recouverte d'une couche peu épaisse de ce dépôt erratique, qui laisse apercevoir sur plusieurs points la molasse marine et d'eau douce.

Quelques minutes après avoir traversé le pont Saint-Charles, la Société quitte la grande route des Échelles, pour s'engager dans le lit d'un ruisseau qui descend de Saint-Cassien; elle l'a remonté quelques instants. Bientôt les membres sont arrivés sur une formation tertiaire d'eau douce, qui prend souvent un grand développement en Sa-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

voie et en Suisse, et qui se prolonge parallèlement à la chaîne des Alpes jusque dans le midi de la France. Sur le point où se trouvait alors la Société, cette formation présentait d'abord des bancs d'un calcaire grossier grisâtre, contenant des fragments calcaires plus ou moins arrondis, et alternant avec des poudingues calcaires de même nature et de même couleur. Au-dessous vient une puissante assise de marnes rouges, dans lesquelles sont empâtés des cailloux calcaires, gris, jaunes ou rouges. Le calcaire grisâtre supérieur et les marnes rouges ont la plus grande analogie, sous le rapport minéralogique comme sous celui de la position géognostique, avec les calcaires et marnes tertiaires que la Société a eu l'occasion d'observer aux environs d'Aix, en Provence, dans la réunion extraordinaire de 1842. Les seuls fossiles que l'on trouve ici sont des moules assez abondants de plusieurs espèces d'hélices, qui ont très rarement conservé leurs tests. On y remarque des veines de chaux sulfatée lamellaire et fibreuse. Un examen attentif des fragments calcaires qui sont empâtés dans les différentes couches montre qu'ils proviennent tous des débris de la roche néocomienne du voisinage. Nul doute que la pâte marno calcaire qui enveloppe ces fragments ne soit un détritus de la même roche. Les fragments calcaires sont mêlés à des fragments de silex qu'il est aisé de reconnaître comme étant de même espèce que les variétés de silex qui abondent dans le terrain néocomien. Sur quelques points que la Société n'a pas eu l'occasion de visiter, les fragments calcaires forment une brèche qui a le plus grand rapport avec la brèche de Tolonnet (près Aix, en Provence). Chaque fragment est devenu comme un centre autour duquel se sont déposées des couches de diverses nuances. Cette couche est exploitée à Vimines et fournit des marbres d'une grande beauté.

En pénétrant plus avant dans le ruisseau, la Société a reconnu la superposition en stratification concordante de la formation d'eau douce sur le calcaire blanc à *Chama ammonia*. L'indépendance de ces deux terrains n'en est pas moins évidente. Le premier ne renferme que des fossiles d'eau

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

douce, le second que des fossiles marins; de plus, le premier est formé de débris du second. Enfin, en nous élevant sur le plateau qui est au-dessous des ruines de Saint-Claude, nous avons vu les marnes rouges reposer indistinctement sur les différents étages néocomiens et remplir toutes les inégalités produites dans le sol néocomien par des érosions antérieures au dépôt d'eau douce.

M. Agassiz a fait remarquer, parmi les cailloux erratiques que l'on retrouvait partout à la surface du sol, plusieurs blocs d'un calcaire marneux bleu noir tout sillonné de stries. Selon lui, ces stries sont tout-à-fait semblables à celles qu'il a souvent observées dans les dépôts des moraines, et font distinguer avec certitude les cailloux transportés par les glaciers de ceux qui l'ont été par des courants. Ces derniers sont toujours polis, ils ne sont jamais striés; les stries, si elles existaient, seraient détruites par le roulement des cailloux. C'est ce qui arrive, en effet, dans les cailloux striés des anciennes moraines, lorsqu'ils viennent à être entraînés par les eaux.

La Société, en continuant sa marche jusqu'au-dessus de la cascade de Couz, a eu l'occasion d'observer tous les étages de la formation néocomienne. Je n'en esquisserai maintenant que les principaux traits. Ici, comme dans tout le reste de la Savoie, l'étage néocomien le plus élevé est un calcaire blanc tantôt compacte, tantôt cristallin, tantôt oolitique, quelquefois subcrayeux. Les couches supérieures contiennent des *Chama ammonia;* les autres, inférieures, deviennent peu à peu jaunâtres, rouges ou bleues : elles passent à un grès jaune, renfermant en quelques points une telle quantité de grains verts, qu'on serait tenté de le confondre avec le *grès vert.* Ce grès jaune, à ciment calcaire, est la roche qui, la première, a été appelée néocomienne : c'est la roche de Neuchâtel; car, dans cette dernière ville, le calcaire blanc à *Chama ammonia* manque entièrement. M. Agassiz s'est cru un instant sur le sol de sa pàtrie; il retrouvait ici tous les caractères à lui si connus de la roche sur laquelle est bâtie Neuchâtel. Au-dessous du grès précédent viennent des calcaires marneux et des marnes d'une cou-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

leur bleue à l'intérieur, grise à l'extérieur. Ces deux derniers étages se distinguent des autres par une immense quantité de moules de *Spatangus retusus*, et de gryphées à coquilles silicifiées, parmi lesquelles on trouve aussi, mais un peu moins abondamment, des *Ammonites*, des *Unio*, des *Pholadomia*, et autres fossiles. Enfin, au-dessous des marnes grises est un calcaire jaunâtre, très dur, pétri de *Nerinea*, de *Natica*, de *Pterocera*, etc. : c'est l'étage inférieur du terrain néocomien. La couleur jaune devient souvent bleuâtre; on y observe une grande quantité de silex jaune, bleu ou noir, tantôt disséminé en rognons, tantôt formant des bandes de quelques pouces d'épaisseur sur une longueur de plusieurs mètres. Ces espèces de couches de silex sont entièrement unies au calcaire, auquel elles passent par degrés insensibles. C'est un peu plus bas que le petit village qui est entre Saint-Claude et la cascade de Couz, et sur la route qui conduit à l'origine de cette cascade, que cet étage se présente le mieux à l'observation, avec ses beaux fossiles et tous les autres caractères qui le distinguent.

Après avoir traversé le ruisseau qui va former la cascade, nous avons observé dans une des couches du terrain néocomien inférieur, des *Ostrea* semblables à l'*Ostrea carinata*, qui dans d'autres localités sont très abondantes, et deviennent caractéristiques de cet étage. Celui-ci s'applique, en stratification concordante, contre un calcaire blanc, dont quelques couches sont riches en polypiers et en nérinées différentes des nérinées néocomiennes. Cette dernière roche est le *Coral-rag*.

En partant de cette roche, et marchant droit vers la naissance de la cascade, la Société a traversé de nouveau toute la série néocomienne, jusqu'au calcaire blanc à *Chama ammonia*, dont les couches, presque verticales, dominent pendant quelque temps la grande route des Échelles par laquelle la Société est revenue à Chambéry.

L'espèce de vallée occupée par la route et par le ruisseau sur le bord duquel celle-ci est établie, est due à l'érosion des marnes d'eau douce, qui reparaissent par lambeaux appliqués contre le calcaire blanc.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

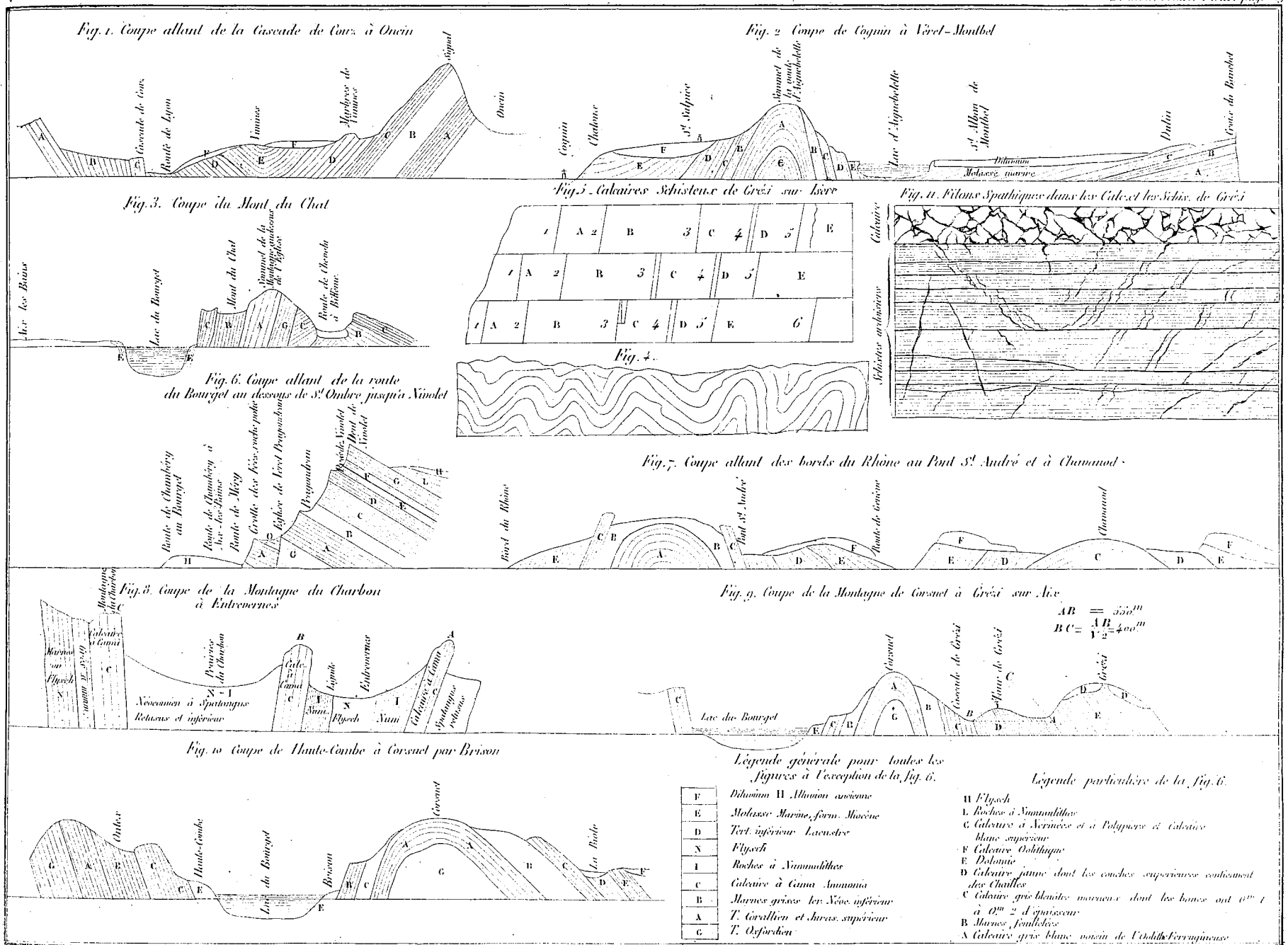


Fig. 1. Coupe allant de la Cascade de Cours à Oncin
Fig. 2 Coupe de Cognin à Véret-Montbel
Fig. 3. Coupe du Mont du Chat
Fig. 5. Calcaires Schisteux de Grézi sur Isère
Fig. 11. Filons Spathiques dans les Calc. et les Schis. de Grézi
Fig. 4.
Fig. 6. Coupe allant de la route du Bourget au dessous de St Ombre jusqu'à Nivolet
Fig. 7. Coupe allant des bords du Rhône au Pont St André et à Chavanod
Fig. 8. Coupe de la Montagne du Charbon à Entrevernes
Fig. 9. Coupe de la Montagne de Corsuet à Grézi sur Aix
AB = 550m
BC = AB/√2 = 400m
Fig. 10 Coupe de Haute-Combe à Corsuet par Brison
Légende générale pour toutes les figures à l'exception de la fig. 6.
F Diluvium H Alluvion ancienne
E Molasse Marine, form. Miocène
D Tert. inférieur Lacustre
N Flysch
I Roches à Nummulithes
C Calcaire à Cama Ammonia
B Marnes grises ter. Néoc. inférieur
A T. Corallien et Juras. supérieur
G T. Oxfordien
Légende particulière de la fig. 6.
H Flysch
L Roches à Nummulithes
G Calcaire à Nérinées et à Polypiers et Calcaire blanc supérieur
F Calcaire Oolithique
E Dolomie
D Calcaire jaune dont les couches supérieures contiennent des Chailles
C Calcaire gris bleuâtre marneux dont les bancs ont 0m 1 à 0m 2 d'épaisseur
B Marnes feuilletées
A Calcaire gris blanc voisin de l'Oolithe Ferrugineuse

Gravé par les frères Avril, Rue des Noyers N° 33. — Lith. de Simon, Rue Montmartre N° 63.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

De l'autre côté du ruisseau, et vis-à-vis la cascade, ces marnes sont exploitées pour la grande quantité de gypse qu'elles contiennent, et sont utilement employées à l'amendement des terres. Elles prennent ici des couleurs variées, ce qui leur a fait donner le nom de *marnes bigarrées* par M. de Beaumont, qui en a donné en même temps une description très détaillée dans ses *Recherches sur quelques unes des révolutions de la surface du globe.*

A la partie supérieure de cette formation, les marnes se chargent de mica et de grains de quarz, et deviennent une molasse d'eau douce plus ou moins argileuse, qui a une grande puissance, et qu'il est très difficile de distinguer de la molasse marine, lorsqu'on n'y trouve pas de fossiles.

Les marnes et la molasse d'eau douce sont recouvertes par des grès marins, riches en *Pectens* et en dents de squales. Ces grès sont formés de grains plus ou moins gros de quarz hyalin, de silex et de jaspe, mélangés de mica, et cimentés par une pâte calcaire. Au dessus des grès vient la molasse marine, composée des mêmes éléments, mais à grains beaucoup plus fins, dont plusieurs bancs sont employés comme pierre de taille dans les constructions du pays. Les grès se changent quelquefois en un fort beau poudingue composé de noyaux ayant la grosseur uniforme d'une noix : c'est le gompholithe des Français et le nagelflue des Suisses. Les molasses, de leur côté, se pénètrent d'argile, deviennent schisteuses, et se transforment même en une véritable marne. Le temps n'a pas permis à la Société d'examiner avec détail cette formation intéressante sous bien des rapports : c'est elle qui forme le centre de la colline de Vimines. Au delà de l'église de cette paroisse, du côté de la montagne de l'Épine, les couches qui avaient continué de plonger fortement à l'ouest, comme les couches néocomiennes de la cascade, se relèvent brusquement pour descendre vers l'est. En pénétrant bien avant dans le ruisseau de Foresan, qui coupe la colline de Vimines, on peut compter et mesurer les couches du grès marin et de la molasse marine, et les voir se relevant à l'est et à l'ouest dans un petit espace, comme le montre la coupe (*fig.* 1, pl. XI). Le dépôt erratique couvre les tranches re-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

levées du grès, en couches irrégulières horizontales. Si, partant de l'église de Vimines, on allait à Aiguebelette ou à Oncin, en passant par le *signal* établi au point le plus élevé de la montagne, on retrouverait successivement le grès marin, la formation tertiaire lacustre, les différents étages néocomiens, et enfin le coral-rag; celui-ci forme la partie moyenne de l'escarpement qui domine Aiguebelette et Oncin; le sommet de la montagne est formé par le terrain néocomien.

Si, au lieu de traverser la montagne au-dessus de Vimines, on passait par Saint-Sulpice, en suivant la route ordinaire d'Aiguebelette, on pourrait tracer la coupe (fig. 2, pl. XI) qui fait voir que, dans cette partie, la montagne n'offre pas d'escarpement proprement dit, et que les couches plongent des deux côtés de la montagne, avec cette différence cependant que les couches ont sur le revers est une pente moins rapide et moins régulière, et que sur le revers ouest, elles sont presque verticales, et souvent brisées ou renversées. Le sommet du passage d'Aiguebelette est le coral-rag; en descendant pour aller à Aiguebelette, on rencontre les roches néocomiennes, la formation tertiaire lacustre et la molasse marine. Celle-ci forme le rivage du petit lac d'Aiguebelette; de l'autre côté du lac, la molasse se retire en sens contraire, et va s'appuyer contre les roches néocomiennes qui forment l'arête de la petite montagne de Dulin et d'Aïen.

Excursion dans les Déserts,

le 14 août.

La Société a vu le terrain néocomien recouvert immédiatement par la formation lacustre à Hélices. Il y avait là une double lacune, provenant de l'absence du grès vert, et des roches à Nummulites; l'excursion d'aujourd'hui a été consacrée principalement à examiner cette dernière formation, qui se présente fréquemment dans les Alpes, et sur l'âge de laquelle les géologues sont encore partagés. La Société est partie vers cinq heures du matin pour les Déserts, commune située au nord-est de Chambéry, à la distance d'environ trois lieues.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La formation nummulitique, qui dans beaucoup de points est morcelée, se montre dans cette localité avec ses principaux étages bien développés. Elle commence près de l'église et occupe toute la partie du vaste territoire des Déserts, qui est cultivée ou réduite en prairies. Elle est limitée à l'ouest par l'arête corallienne de Nivolet, au sud par la montagne néocomienne de Saint Jean-d'Arvey et de Chaffardon, à l'est par l'escarpement de Margeriac, qui est aussi néocomien; au nord, elle passe par dessus Plain-Palais, col qui sépare le bassin de Chambéry des vallées des Beauges, et elle descend dans les communes de Saint-François et d'Arith, où elle se montre par lambeaux.

En montant la route de Saint-Jean-d'Arvey, nous avons remarqué des marnes et des calcaires marneux gris bleuâtre qui appartiennent à l'oxford-clay supérieur. Ils forment le sol des vignes de Monterminod et de la Batie, les rochers de la cascade du Bout-du-Monde, et les deux escarpements à couches quelquefois ondulées qui renferment le torrent de Leysse, entre Saint-Jean-d'Arvey et Curienne.

La roche oxfordienne est recouverte en beaucoup d'endroits par un dépôt erratique qui la cache entièrement sur le plateau de Saint-Jean-d'Arvey. On voit sur les bords de la route de gros blocs alpins que les agriculteurs ont extraits de leurs champs. Ils sont mêlés à d'autres blocs qui ont été détachés de la montagne voisine : ceux-ci indiquent assez par leur nature minéralogique et les fossiles qu'ils contiennent, que l'escarpement qui couronne la montagne de Saint-Jean-d'Arvey et de Chaffardon est le calcaire blanc à *Chama ammonia*, et qu'au-dessous de l'escarpement, la partie de la montagne qui est couverte de bois est occupée par les roches plus ou moins marneuses et friables du néocomien moyen et inférieur. Les montagnes de Thoiry et de Margériac offrent le même aspect et sont de même nature. Enfin, parmi les blocs qui bordent la route, il en est quelques uns qui paraissent descendus des Déserts : ce sont des poudingues, des grès et des calcaires appartenant à la formation nummulitique.

Le dépôt erratique alpin cesse entièrement à une certaine

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

hauteur, et l'on n'en trouve plus aucune trace, même avant d'arriver à la petite chapelle bâtie près de la route des Déserts. Ce dépôt n'a donc pas pénétré dans l'intérieur de cette commune. Il a laissé au contraire des amas immenses de terre, de sables et de cailloux sur les communes de Thoiry, Puisgros, Curienne et la Thuile. Le sable qui sert aux constructions de Chambéry, et les cailloux si durs qui sont employés à paver ses rues, se trouvent là tout formés et mélangés sans ordre : les eaux pluviales les entraînent dans le lit du Leysse, et ce torrent, en séparant par une espèce de lavage les fragments de poids différent, vient déposer dans le voisinage de Chambéry des lits de sable et des lits de cailloux.

M. Guyot, qui déjà avait parcouru ces localités dans le but d'étudier dans leur ensemble les phénomènes erratiques, et d'autres géologues suisses, ont fait observer à la Société quelques blocs striés semblables à ceux que nous avions vus la veille aux environs de la cascade de Couz : ils en ont tiré la conséquence que ces dépôts avaient été charriés par des glaciers qui, partant de la partie des Alpes visible depuis Saint-Jean-d'Arvey et Chambéry, auraient rempli la vallée de l'Isère et celle de Chambéry. On trouve, en effet, des débris alpins au sommet de la montagne qui domine Montmeillan, ce qui ne permet pas de douter que les dépôts dont il vient d'être question n'aient passé par dessus cette montagne pour se répandre par la vallée de la Thuile, et par dessus les hauteurs de Curienne jusqu'à Thoiry et Saint-Jean-d'Arvey.

A mesure qu'on s'élève, en suivant la route des Déserts, le dépôt erratique ne se présente plus que de distance en distance, puis il cesse tout-à-fait. On peut alors examiner successivement toute la série des étages néocomiens qui forment la montagne. La première roche qui se montre à nu est un calcaire d'un jaune foncé ou d'un bleu sombre, qui est très dur, et contient des rognons et des couches de silex : c'est le néocomien inférieur. On rencontre ensuite, en s'approchant des Déserts, les marnes grises et les calcaires gris marneux, puis la roche de Neuchâtel, et enfin le calcaire blanc à Chama. On est alors à peu de distance de l'église des Déserts.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Le calcaire à *Chama ammonia* est recouvert près de la route par un lambeau d'un calcaire jaune arénacé, dans lequel M. Favre a su découvrir une petite Nummulite. Ce lambeau est une continuation de la grande formation nummulitique que nous allions observer.

Cette formation se divise en deux parties principales. La partie inférieure est tantôt un calcaire jaune clair, tantôt un grès siliceux blanc ou jaune. Elle est caractérisée par la présence des Nummulites. La partie supérieure, à laquelle les géologues suisses donnent le nom de *flysch*, est une marne bleue, souvent feuilletée : ses couches les plus récentes se chargent de paillettes de mica et de grains siliceux, et prennent peu à peu l'aspect de la molasse, dont on ne pourrait guère la distinguer par les seuls caractères minéralogiques. Près de l'église des Déserts, qui est bâtie sur ce grès, nous y avons trouvé de petites bivalves indéterminées.

Le grès et les marnes présentent un escarpement assez élevé sur la rive droite du petit ruisseau qui vient couler au-dessous de l'église. Les couches plongent à l'est. La Société a pu, en se dirigeant vers l'ouest sur les bords du ruisseau, et en allant ainsi des couches les plus récentes aux plus anciennes, s'assurer que le grès micacé de l'église des Déserts passe bientôt à une marne, dans laquelle les paillettes de mica deviennent de plus en plus petites, et disparaissent enfin entièrement. Nous avons recueilli quelques dents et beaucoup d'écailles de poissons dans les marnes les plus inférieures. Celles-ci reposent sur un calcaire jaune clair, remarquable par une quantité prodigieuse de *Pectens*, par des *Cerithium*, des *Pterocera*, etc., et surtout par des *Nummulites*. Ce calcaire se change parfois en un grès jaune ou blanc, à grains tantôt fins, tantôt plus ou moins grossiers, et il alterne avec lui. Enfin, tout-à-fait dans le bas, vient un conglomérat formé d'un mélange de grains et de noyaux siliceux, et de fragments calcaires arrondis. La Société a été étonnée de la masse de polypiers que ce conglomérat renferme. C'est surtout dans ce dernier étage qu'on trouve les nummulites en abondance : il y en a de très grandes. Enfin on observe des traces de fucoïdes dans toute l'étendue de cette forma-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tion, soit dans les calcaires et grès à Nummulites, soit dans les marnes et les grès supérieurs.

Entre la montagne de Saint-Jean-d'Arvey et l'escarpement formé par les marnes que nous venons d'observer, s'élève une colline dirigée aussi de l'ouest à l'est. La Société s'y est transportée, et, en gravissant l'escarpement abrupte qu'elle présente, elle a reconnu qu'il est formé par le calcaire et les grès à Nummulites, et que le sommet seulement est couvert par des marnes que les travaux de l'agriculture ont transformées en champs fertiles. Arrivée au-dessus de la colline, et marchant à l'ouest en sens contraire de l'inclinaison des couches, la Société a vu de nouveau les calcaires et grès à Nummulites, et enfin le conglomérat superposé immédiatement au calcaire blanc à *Chama ammonia*. Il a donc paru évident que cette colline est due à une faille dirigée de l'est à l'ouest, suivant la ligne de son escarpement.

Au lieu de continuer sa marche vers l'ouest, ce qui l'aurait conduite au sommet de Nivolet, la Société a tourné vers le nord, et pendant près d'une heure elle a marché sur le conglomérat si riche en polypiers. De temps à autre, ce conglomérat laissait voir le calcaire à *Chama ammonia* sur lequel il est assis.

La Société se proposait d'aller ensuite examiner le calcaire blanc corallien qui forme la chaîne de Nivolet, et dont nous nous trouvions à une petite distance, ainsi que la superposition immédiate du conglomérat à Nummulites sur cet étage jurassique. Ce fait, que j'ai reconnu dans mes courses précédentes, méritait, en effet, d'attirer l'attention de la Société. Il établit que dans la même localité, et en des points très rapprochés, la formation nummulitique repose indifféremment sur les terrains néocomiens et jurassiques, et qu'ainsi elle est indépendante de ces deux terrains (1). Mais une pluie abondante et un orage violent survenus tout-à coup nous ont

(1) Dans la vallée de Thones et ailleurs, j'ai vu les roches à Nummulites au contact d'un calcaire noir oxfordien. M. Sismonda les a vues dans les Alpes maritimes, reposant tantôt sur la craie inférieure, tantôt sur le néocomien, et tantôt sur des couches jurassiques qu'il présume être du lias. (*Note de M. Chamousset.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

contraints d'arrêter là nos observations, et de rejoindre à la hâte nos voitures que nous avions laissées au premier village des Déserts.

Peu après avoir quitté un chalet situé entre Plain-Palais et la montagne, nous avons rencontré sur notre route, et à la surface même du sol, les sables siliceux très purs, blancs ou légèrement colorés en jaune, dont on se sert à Chambéry pour sécher l'encre, et qu'on emploie dans les verreries de la Savoie. Ces sables ont déjà excité plusieurs fois des discussions parmi les géologues et soulevé des opinions différentes; je crois devoir exprimer ma manière de voir sur ce point, parce qu'elle est contraire à celle que j'avais adoptée dans une autre circonstance, et qu'elle est appuyée sur des observations incontestables que j'ai eu souvent l'occasion de vérifier.

Ces sables résultent de la désagrégation de grès friables; ceux-ci reposent sur des grès assez durs et assez fins pour fournir d'excellentes pierres à aiguiser, et sont intimement liés avec eux. Ces derniers grès sont eux-mêmes unis aux grès et aux calcaires à Nummulites sur lesquels ils reposent. J'ai reconnu dans les grès friables, et même dans les sables supérieurs, lorsque ceux-ci n'ont pas été déplacés, les mêmes fucoïdes et les empreintes des mêmes *Pectens* que l'on remarque dans les calcaires et grès à Nummulites. Enfin, au-dessus de ces sables, on trouve parfois des fragments de marne feuilletée ou de *flysch*, restes d'une grande dénudation qui aurait détruit la puissante assise marneuse qui autrefois devait recouvrir ces sables à Plain-Palais et dans tous les Déserts. A Arith, et dans plusieurs autres localités, j'ai vu les mêmes grès friables et les mêmes sables plongeant sous une masse plus ou moins considérable de marnes feuilletées. Il paraît donc bien établi que ces sables ne sont autre chose que la partie supérieure des grès à Nummulites, et qu'ils se trouvent immédiatement au-dessous du *flysch*. Je regrette que le mauvais temps n'ait pas permis à la Société de vérifier ces observations et de les sanctionner de son autorité.

A cinq heures et demie nous étions de retour à Chambéry.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

DISCUSSIONS ET COMMUNICATIONS.

Les faits observés dans la course des Déserts amènent une discussion à laquelle plusieurs membres prennent part.

M. Michelin émet l'opinion que le terrain nummulitique des Déserts est tertiaire. Il en trouve les fossiles analogues à ceux du bassin de Paris et à ceux de Ronca, déterminés par M. Brongniart comme appartenant aux terrains tertiaires.

M. Sismonda pense, lui, que les fossiles observés dans les Déserts sont les mêmes que ceux de la formation des Diablerets, qui est généralement regardée comme crétacée. La présence des fucoïdes lui semble surtout annoncer la formation de la craie. Les roches nummulitiques de la Savoie et celles des Alpes maritimes n'ont entre elles que des différences légères, qui ne permettent pas d'en faire deux formations. Or, ces dernières roches, qu'il a beaucoup étudiées aux environs de Nice et dans toutes les Alpes maritimes, lui paraissent évidemment crétacées. Son opinion, qu'il a publiée depuis longtemps, et que ses nouvelles recherches n'ont fait que confirmer, est que tout le terrain nummulitique dans les Alpes représente la partie inférieure de la craie supérieure. Il ne pense pas que le sentiment de M. Brongniart sur le terrain de Ronca soit aussi positif que M. Michelin a paru l'indiquer. Il rappelle à ce sujet que M. Brongniart a été très surpris de trouver dans ce terrain un fossile évidemment crétacé (1).

M. Agassiz classe le terrain nummulitique dans la craie supérieure ; il s'appuie principalement sur les restes des poissons fossiles trouvés dans le *flysch* des Déserts. Il a reconnu

(1) Voici les paroles de M. Brongniart, extraites de ses *Mémoires sur les terrains calcaréo-trappéens :* « J'ai trouvé (à Montecchio maggiore) une coquille qui jusqu'ici a toujours paru étrangère à cette association (tertiaire) ; c'est la gryphée que je rapporte à l'espèce *Gryphæa colomba* de Lamarck..... Celle de Montecchio est absolument de la même espèce que la *Gryphæa colomba* observée à Nice par M. Risso. Ce fait est embarrassant ; quoique isolé, il est bien constaté ; car j'ai détaché moi-même cette gryphée de la couche calcaire dans laquelle elle était engagée ; elle ne paraissait pas y avoir été engagée à l'état fossile ; les couches sont horizontales ou à très peu près ; on ne remarque dans leur stratifi-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

qu'une dent découverte par M. Dubois dans sa dernière course appartient au genre *Lamna*, qui est caractéristique de la craie. Parmi un grand nombre d'écailles de poissons, dont plusieurs lui ont paru appartenir à des genres nouveaux, il a distingué des écailles de la famille des perches, qui se trouvent exclusivement dans la craie. Il ne saurait admettre l'existence de fossiles de même espèce dans des formations différentes. Cela résulte en particulier d'un travail qu'il exécute aujourd'hui.

Quelle que soit la réponse donnée à une question dont la solution lui semble peut-être prématurée, M. Chamousset pense qu'il est important pour la géognosie du pays : 1° d'établir la liaison constante et les rapports de position des couches à Nummulites et du *flysch*. Il n'a jamais vu, en Savoie, les grès à Nummulites sans le *flysch*, excepté dans quelques cas, où l'on apercevait en même temps des preuves évidentes d'une dénudation qui avait emporté celui-ci. Il a reconnu dans ces deux étages les mêmes fossiles, et en particulier les mêmes *Pectens*, les fucoïdes et les dents de poissons. Le *flysch* est toujours supérieur au grès nummulitique (1). On remarque cependant que quelques unes des couches supérieures

---

cation aucune interruption. Mais je n'ai vu cette montagne qu'en passant. Je n'ai pu, après avoir fait ces réflexions, ni l'examiner sous plusieurs faces, ni revenir l'étudier. — Depuis, M. Catullo a retrouvé la gryphée du Vicentin et en même temps d'autres fossiles crétacés »

M. Balsamo Crivelli, de son côté, m'écrit qu'il vient de parcourir les diverses roches des bords de l'Adda et de la Brianza, et qu'il a reconnu une liaison intime entre les couches à Nummulites et d'autres couches évidemment crétacées ; il a observé des alternances si bien marquées, qu'elles ne sauraient laisser subsister aucun doute.

Les conchyliologistes de Paris conviennent qu'il y a *deux* fossiles crétacés incontestables dans les couches nummulitiques de Biaritz, près de Bayonne, à l'extrémité occidentale des Pyrénées.

(*Note communiquée par M. Sismonda.*)

(1) C'est aussi le sentiment d'un géologue distingué de la Suisse, M. Escher de la Linth. Il m'écrivait dernièrement : « Je crois être sûr que le *flysch* ou macigno est plus jeune que le terrain à Nummulites, quoique cet ordre de superposition soit contesté par beaucoup de géologues, qui placent le *flysch* au-dessous de l'étage nummulitique. »

(*Note de M. Chamousset.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de ce grès prennent la couleur bleuâtre du flysch, quoique intercalées entre des couches qui ont la couleur jaune ordinaire. Il ne faut pas confondre le *flysch* avec certaines couches inférieures du grès, qui contiennent beaucoup de grains verts, ce qui leur donne une teinte obscure et l'aspect d'une molasse d'un vert sombre, comme à Entrevernes et à l'entrée de la vallée de Thones, près d'Annecy-le-Vieux. Ces grains verts ne se voient jamais dans le *flysch* proprement dit;

2° De signaler le développement remarquable de la formation à Nummulites dans la Savoie. C'est elle qui renferme les lignites avantageusement exploités à Entrevernes. Ceux-ci sont placés entre le grès à Nummulites et les marnes du *flysch*. La couche de lignite se continue au-delà du col d'Entrevernes, jusqu'à Bellecombe, en Beauges, où l'on fait actuellement des tentatives d'exploitation. Dans cette dernière localité, les écailles de poissons sont au moins aussi abondantes que dans le *flysch* des Déserts. Le lignite se montre encore en plusieurs autres localités, notamment au Grand-Bornaud, dans la propriété de M. l'abbé Angeloz, qui en a reconnu la qualité pour être excellente. Il s'y trouve dans la même position qu'à Entravernes, entre un grès blanc et des marnes bleues. La même formation se présente plus ou moins bien développée en beaucoup de points, tels que le Pré, col qui conduit dans les Beauges par la vallée des Aillons, où M. Chamousset a recueilli des dents de poissons dans le grès à Nummulites; les montagnes de Margériac, du Colombier et du Charbon, aussi dans les Beauges; la vallée de Douçard, celle de Thones, etc., etc. La montagne qui est à l'E. de Thones et la colline des Clefs, qui en est la continuation, sont formées d'une alternance de marnes feuilletées à fucoïdes et d'un grès qui tantôt a l'apparence d'une molasse marneuse, et tantôt devient très dur et à grains assez gros. Tout cet ensemble constitue le *flisch* et repose sur des grès jaunes et des calcaires à Nummulites qui se montrent en différents points.

Selon M. Favre, il faudrait peut-être distinguer la formation à Nummulites du *flysch* qui la recouvre. Quoiqu'il soit disposé à admettre aussi que ce dernier est crétacé, il croit

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

que cela est au moins incontestable pour les roches à Nummulites. Il pense que les Nummulites des déserts pourraient même être inférieures au grès vert; car, à la perte du Rhône, M. Gressly a trouvé des Nummulites au-dessous du grès vert.

M. de Verneuil réplique que cette question lui semble devoir être ajournée; que le fait cité par M. Favre pourrait être un fait anormal; que, pour lui, il a vu en Crimée les Nummulites au-dessus de la craie blanche.

M. Dubois de Montperreux établit divers étages de Nummulites dans la Crimée; d'abord, dans la partie inférieure, une assise de petites Nummulites parfaitement caractérisées; au-dessus, un calcaire grisâtre, représentant la craie blanche, dont il contient les fossiles; puis, en remontant toujours l'échelle géognostique, le vrai terrain nummulitique, renfermant des Nummulites beaucoup plus grandes. Ce terrain, dont la puissance atteint 10, 15 et même 20 pieds, est caractérisé par des fossiles particuliers des genres *Trochus*, *Cerithium*, *Echinus*, etc. Parmi ces *Echinus*, il y en a de gigantesques. Au-dessus des Nummulites se remarque une couche de marne blanche, brillante, très pauvre en fossiles, contenant quelques vertèbres de poissons. Alors seulement, et supportée par la couche de marnes, apparaît la formation tertiaire *Eocène*. En terminant, M. Dubois fait part à la Société de l'étonnement qu'il a éprouvé en constatant, dans la dernière course, une analogie frappante entre le *flysch* des Déserts et celui de Ghélindjick, en Circassie.

M. Virlet d'Aoust ajoute que M. Boblaye et lui ont également observé en Morée deux systèmes de Nummulites bien caractérisés : l'un, comprenant une très grande espèce, large comme une pièce de six livres, fait partie de leur système crayeux inférieur, qui est aussi caractérisé par l'*Hippurites problematicus*, et l'autre, contenant des Nummulites plus petites, plus bombées, et à formes lenticulaires, appartient à la partie supérieure du terrain crayeux de cette contrée, où la craie blanche manque.

Enfin, M. Agassiz pense que, pour décider la question, il faudrait posséder une bonne monographie spécifique des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Nummulites. Un même genre peut se rencontrer en diverses formations; par exemple, le genre *Cerithium*, que l'on a longtemps regardé comme propre au terrain tertiaire, suit toute la ligne géologique jusqu'au lias inclusivement. Des espèces bien déterminées peuvent seules conduire à une classification sûre et positive.

Après cette discussion, M. Virlet communique les renseignements qu'il a recueillis sur les mouvements du sol aux environs des Déserts. On lui a dit que, il y a tout au plus quatre à cinq ans, on apercevait encore de Plain-Palais le clocher des Déserts, et qu'aujourd'hui on ne l'aperçoit plus du tout; tandis qu'on n'apercevait pas, il y a quarante ans, de Plombière, le clocher de Notre-Dame-du-Pré, et que non seulement on le voit maintenant, mais qu'on apercoit même l'église.

M. Agassiz présente ensuite la carte du glacier inférieur de l'Aar, dressé par M. J. Wild; puis il met sous les yeux de la Société un bloc strié qu'il a recueilli dans la dernière course, et qui, suivant lui, prouve que l'immense dépôt observé à la Thuile, à Puisgros, à Thiory et à Saint-Jean-d'Arvey, est dû à l'action des glaciers. Il en prend occasion de développer son ingénieuse théorie sur les rapports des glaciers et des blocs erratiques.

Mgr Rendu se propose de traiter aussi la question importante des glaciers; mais, vu l'heure avancée, il remet ses observations au lendemain.

Séance du 15 *août*,

à 6 heures du soir (1).

PRÉSIDENCE DE Mgr RENDU.

Mgr Rendu proclame membres de la Société:

MM.

BILLIET, archevêque de Chambéry, présenté par MM. Agassiz et Sismonda;

---

(1) Une pluie abondante rend impossible la promenade que la Société

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

L'abbé GEORGES CARREL, chanoine et official diocésain à Aoste, présenté par Mgr Rendu et par M. Sismonda;

AUGUSTE WILHELM STIEHLER, conseiller de régence à Wernigerode, au Hartz en Prusse, présenté par MM. Delanoue et Viquesnel;

SALUCE, pharmacien-chimiste à Chambéry, présenté par MM. de Verneuil et Viquesnel.

RODOLPHE BLANCHET, de Lausanne, présenté par MM. Agassiz et Chamousset:

GENIN, négociant à Chambéry, présenté par MM. Viquesnel et Chamousset.

M. Raymond, propriétaire-directeur du journal *le Courrier des Alpes*, présente à chaque membre de la Société les dernières feuilles de ce journal; il leur fera parvenir tous les numéros qui paraîtront pendant la réunion de Chambéry.

M. le chanoine Billiet fait hommage à chaque membre de la Société d'un mémoire intitulé: *Hypsométrie du diocèse de Maurienne*, par MM. les chanoines Billiet et Grawer.

M. Bonjean père, naturaliste, invite MM. les membres de la Société à lui faire l'honneur de visiter sa collection de botanique et de minéralogie; il leur fait offre de divers échantillons de Sardaigne et de Savoie.

M. le chanoine Landriot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente, qui est adopté.

COMMUNICATIONS ET DISCUSSIONS.

Mgr Rendu développe de la manière suivante sa *théorie sur les glaciers en général*, et en fait l'application au transport des blocs erratiques.

Que les blocs erratiques qui forment une grande nappe autour de la chaîne des Alpes aient été transportés des sommités d'où ils ont été arrachés jusque dans le fond des vallées et bien loin dans

---

avait projetée pour le 15, sur la colline de Lémenc. L'incertitude du temps ne permet pas non plus de partir le lendemain pour la course du Mont-du-Chat. Des séances ont rempli les heures que la Société n'a pu consacrer aux explorations scientifiques.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les plaines par des glaciers, c'est une chose qu'il me paraît impossible de révoquer en doute. Je n'en donnerai que deux preuves; mais je prétends que l'une d'elles équivaut à une démonstration qui ne souffre plus de réplique.

Je tire ma première preuve de l'arrangement des blocs entre eux, et la seconde, de leur distribution sur le sol qu'ils couvrent.

1° Dès longtemps on avait observé que sur certains points qui n'avaient pas été trop bouleversés par les eaux ou par l'industrie humaine il y avait entre les blocs erratiques des vallées alpines un certain arrangement, une certaine régularité capables de faire soupçonner une cause agissant avec suite, et surtout avec une grande lenteur. Ainsi les blocs granitiques sont rangés sur le flanc oriental du Jura, où ils forment une espèce de cordon qui se tient constamment à la même hauteur. Le même phénomène s'observe dans le Valais et dans le haut Faucigny.

Souvent le dépôt erratique se présente avec un aspect encore plus régulier. C'est une espèce de muraille demi-circulaire qui semble avoir été placée dans les vallées étroites comme un barrage contre les eaux supérieures. Les deux extrémités de ce rempart granitique touchent aux flancs des montagnes, et la partie convexe regarde le bas de la vallée. Comme ces amas de rochers ressemblent aux moraines des glaciers, on les a désignés par le nom d'*anciennes moraines*. Maintenant la ligne rocheuse qui traverse la vallée n'est pas continue; elle est ordinairement rompue vers le bas de la vallée au point où passent les eaux. Il ne pouvait en être autrement. Dans le principe, elle était continue, mais le fleuve, les débâcles y ont fait une trouée plus ou moins large. Ce phénomène se répète de distance en distance dans toute la longueur du Valais.

Supposons maintenant qu'un observateur attentif s'avance le long de cette étroite vallée, et qu'il la remonte jusqu'aux sources du Rhône. En voyant la première enceinte granitique, il se demandera quelle est la cause qui a pu apporter jusque là ces masses énormes dont l'origine est loin de là, comme le prouve leur composition, qui n'a rien de commun avec les éléments des montagnes voisines; il se demandera pourquoi elles sont réunies sur un même point; pourquoi elles sont ainsi rangées en cercle; pourquoi la convexité regarde le bas plutôt que le haut de la vallée; pourquoi enfin cette muraille cyclopéenne traverse la vallée au lieu de suivre parallèlement l'axe des montagnes .. Rien ne pourra lui fournir des données suffisantes pour le conduire à la solution du problème. A mesure qu'il avance dans la vallée, il voit se multi-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

plier les anciennes moraines, et, sur le point d'arriver au glacier d'où s'échappent les sources du Rhône, il en compte jusqu'à vingt dans l'espace de moins d'une lieue de chemin.

Jusqu'ici rien n'a pu l'éclairer sur le transport ni sur l'arrangement des blocs granitiques ; mais, au moment où il arrive auprès du glacier, le mystère se dévoile, l'observateur prend la nature sur le fait ; il la voit agissant et chaque jour apportant à son œuvre de nouveaux matériaux. L'agent qu'elle emploie, c'est le glacier ; c'est lui qui, partant de ces sommités couvertes de neiges éternelles qui ne sont connues que de ces hommes à qui l'amour de la science a donné, comme à M. Agassiz, le courage de les braver pour les voir de près et mieux les connaître ; c'est lui qui reçoit les débris de ces vieilles montagnes, qui en détache de leurs flancs de larges parcelles qu'il entraîne, qu'il porte sur son dos arrondi, et qu'il dépose au terme de sa course ; il les entasse les unes sur les autres, et quand il se retire, il laisse au travers de la vallée une vaste chaussée en tout semblable à celle qui tout-à-l'heure étonnait le voyageur.

Ici tout devient facile à comprendre. Si l'on voit des blocs erratiques sur les flancs des deux montagnes qui bordent la vallée, c'est que le glacier en dépose chemin faisant par chacun de ses côtés : ce sont des moraines latérales. Si les moraines transversales sont plus élevées, contiennent plus de matériaux, c'est que toujours les glaciers ont à leur extrémité inférieure une moraine frontale plus forte. Si les lignes granitiques sont demi-circulaires, c'est que toujours les glaciers se terminent eux-mêmes par une face qui affecte cette forme. Si la convexité regarde le bas de la vallée, c'est que le front du glacier est lui-même convexe, parce que la partie du milieu, moins gênée par le frottement des rives, s'avance comme dans un fleuve avec un peu plus de vitesse que la portion qui est en contact avec la montagne. Maintenant, si notre voyageur revient sur ses pas, il est forcé, à chaque moraine qu'il rencontre, de dire : L'action du glacier fut ici ; il agissait, dans un temps passé, sur ce point comme il agit encore un peu plus haut.

Il y a dans les effets produits une telle identité qu'il n'est pas possible de se tromper en prenant l'analogie pour motif de jugement. La preuve est si évidente que les savants, qui admettent les courants aqueux comme véhicules des blocs erratiques, avouent que l'on ne peut nier l'action des glaciers, au moins jusqu'à la sortie des vallées principales. Mais si l'on regarde cette cause comme réelle et suffisante pour porter les blocs jusqu'à ce point, pourquoi en chercher une autre pour continuer le voyage ?....

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Sans doute on s'effraie de l'idée de glaciers assez étendus pour couvrir tout le sol sur lequel se trouvent les débris partis des Alpes ; mais si l'on est forcé d'admettre que le glacier du Rhône se prolongeait dans un temps à plus de vingt lieues de distance du point où il est maintenant, je ne comprends pas pourquoi l'on refuserait de doubler, et même, s'il était nécessaire, de tripler cette étendue. Quand nous voulons assigner des causes aux phénomènes qui frappent nos regards, nos théories sont toujours plus ou moins douteuses, plus ou moins hasardées ; mais elles ne sont jamais plus probables et plus sûres que quand nous prenons notre point de départ dans l'action présente de la nature, dans ce qui se passe encore sous nos yeux. Or, comme je le disais tout-à-l'heure, nous avons pu la prendre sur le fait. Elle charrie encore des blocs erratiques, et ce qu'elle fait aujourd'hui, elle le fit autrefois ; ce qu'elle fait sur un point, elle le fit sur d'autres.

J'ai promis une seconde preuve de l'action des glaciers dans le transport des blocs erratiques, tirée de l'arrangement de ces mêmes blocs ; la voici :

Il arrive fort heureusement que les blocs voyageurs portent avec eux des espèces de certificats d'origine qui ne laissent aucune crainte d'erreur sur le lieu de leur départ. Il y avait bien longtemps que j'avais été frappé de cette observation, que j'avais faite sur le sol avant de la voir vaguement exprimée sur les livres. Aujourd'hui les travaux de M. Guyot ont livré à la science la connaissance complète de ce phénomène. Il a tracé au pied des Alpes des régions erratiques qui font connaître avec une admirable précision la part que chacun des grands glaciers des Alpes doit revendiquer dans le grand travail du transport des blocs erratiques. Je n'ai pas besoin, pour arriver à mon but, d'étendre mes raisonnements sur les limites extrêmes de la dispersion des blocs. Je m'arrête sur un seul point que je choisis dans les environs de Sallanches. Nulle part le phénomène de la séparation des blocs n'est plus rapide et mieux marqué. Etablissons les faits : l'Arve coule au fond de la vallée et la divise en deux régions erratiques parfaitement distinctes. Sur la gauche du fleuve, on ne rencontre que des blocs de protogyne qui viennent bien certainement du mont Blanc et des sommités qui l'avoisinent, puisque cette espèce de roche ne se trouve que là. A partir des bords de la rivière, où les blocs sont dispersés çà et là, ils deviennent plus nombreux à mesure que l'on s'élève sur les flancs de la montagne, et finissent par former une immense moraine, qui suit sans interruption ce côté de la vallée depuis Saint-Gervais jusqu'à Sallanches. Si l'on

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

se transporte sur la droite de la rivière, on est étonné de ne plus trouver un seul vestige des roches transportées, qui sont en si grande abondance du côté opposé.

On y trouve, à la vérité, des blocs assez nombreux, et quelquefois d'une grande puissance; mais ce sont des roches calcaires, et par conséquent venues par une route différente. Ce qu'il y a de plus étonnant et de plus singulier dans ce phénomène, c'est qu'il se prolonge dans toute la vallée, depuis Servoz jusqu'au Rhône. Les deux montagnes ne laissent souvent entre elles que l'espace nécessaire au passage de la rivière et de la grande route, et cependant la division des roches est toujours la même, le granitique sur la gauche et le calcaire sur la droite. Il n'est pas inutile de faire observer que, depuis Saint-Gervais en bas, l'Arve est encaissée dans des parois calcaires.

Raisonnons maintenant sur le fait qui a été reconnu par tous les géologues qui ont parcouru ces localités. Supposons que les blocs granitiques eussent été apportés des sommités du mont Blanc par un courant liquide et même boueux, comme il s'en présente quelquefois, n'est-il pas vrai que les blocs erratiques se seraient également déposés dans tout le fond et sur les deux flancs de la vallée?

En partant d'un courant liquide comme véhicule des blocs erratiques, il est impossible d'arriver à aucune explication raisonnable du fait de la division des blocs, telle qu'on la voit sur le terrain; mais si nous partons d'un véhicule solide comme le sont les glaciers, cette distribution ne devient pas seulement possible, elle devient nécessaire.

On sait, d'après les observations des *glaciéristes* (si l'on peut se servir de cette expression pour désigner les savants qui se sont d'une manière spéciale occupés des glaciers), on sait, dis-je, que chaque grand glacier est formé de plusieurs qui sont venus se mêler à un glacier principal. Dans ce cas, chacun des aboutissants est venu, portant dans son intérieur et sur son dos les roches appartenant aux montagnes d'où il descend. Mais les glaces, en s'unissant pour voyager dans le même couloir, ne se mélangent pas; elles se juxtaposent, elles marchent côte à côte, chacune continuant à porter les matériaux de la même origine. C'est ce qui fait que l'on trouve sur certains glaciers plusieurs lignes rocheuses qui se suivent parallèlement.

On sait encore qu'en général la surface du glacier n'est pas plane, mais qu'elle a la forme d'un dos d'âne; de telle sorte que les roches qui se trouvent sur l'une des rives du glacier ne peuvent

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

jamais être portées sur l'autre rive par les mouvements du glacier. Il suit de là que si le glacier venait à disparaître, il laisserait de chaque côté de la vallée des roches correspondantes aux montagnes qui borderaient cette même vallée en remontant jusqu'à la source du glacier.

Venons maintenant à ce qui a dû se passer lors du transport des blocs erratiques de la vallée de Sallanches.

A l'époque des grands glaciers, un fleuve de glace descendait de la vallée de Chamounix, chargé des protogynes qu'il avait reçues ou arrachées des flancs du géant des Alpes. Arrivé à Servoz et à Chêde, il était rejoint sur la droite par un autre courant de glace des vallées qui séparent le Brevent du Buet ; celui-ci ne devait porter que des blocs calcaires, puisqu'il descendait de montagnes calcaires. Ainsi donc la rive droite du glacier qui remplissait la vallée de l'Arve ne devait porter que des blocs calcaires, et la rive gauche, au moins jusqu'à Sallanches, ne devait porter que des roches granitoïdes. Le glacier disparaissant, on devait retrouver dans le fond de cette vallée la même distribution des roches. C'est en effet ce qui aujourd'hui frappe les regards de l'observateur.

Hâtons-nous de conclure que les blocs erratiques de toute la vallée de l'Arve ont dû être transportés par un agent solide ; or, comme il est impossible d'en assigner un autre que les glaciers, ce sont bien eux qui ont donné lieu à ce phénomène.

M. Agassiz adhère entièrement à la théorie que vient d'exposer Mgr Rendu.

M. Bourjot voudrait que, dans l'explication du phénomène erratique, on fît intervenir la double considération du transport par les glaciers et du transport par les courants et les glaces flottantes.

Mgr Rendu lui répond qu'il admet le transport par les glaces flottantes pour des pays différents du nôtre; que ce sont les glaces flottantes qui ont répandu dans le nord une immense quantité de blocs erratiques ; mais qu'il n'en a pas été ainsi dans nos contrées. Cela lui paraît suffisamment établi par les motifs qu'il vient d'exposer, et qui excluent le transport par un courant liquide.

M. Agassiz observe, à l'appui de ce que vient de dire Mgr Rendu, que, dans les dépôts erratiques qui s'étendent jusqu'à 20 et même 25 lieues plus loin que la chaîne centrale

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des Alpes, on n'a jamais su découvrir aucun débris organique, soit marin, soit terrestre, ce qui n'aurait certainement pas lieu dans l'hypothèse de M. Bourjot, qui fait transporter ces dépôts par des courants liquides.

Mgr Billiet voit de graves difficultés dans la théorie du transport des dépôts erratiques par les glaciers. Et d'abord il ne reconnaît pas la forme des véritables moraines dans les dépôts tels qu'ils se présentent dans le bassin de Chambéry, tantôt remplissant le fond des vallées, tantôt répandus sans ordre sur les flancs ou le sommet des montagnes. Il ne croit pas que si toute la Savoie, comme on le suppose, eût été couverte d'une immense enveloppe de glace, percée en mille endroits par les sommets des montagnes et retenue par eux, le mouvement des glaciers eût été possible. De plus, les causes qui déterminent l'écoulement des glaciers actuels, circonscrits dans de petits espaces et posés sur des plans inclinés, n'existeraient plus dans l'hypothèse des grands glaciers.

Mgr Rendu répond à cette première objection que la différence qui paraît exister entre les moraines actuelles et les dépôts erratiques vient de ce que les anciens glaciers avaient une grande étendue, tandis que les glaciers actuels sont resserrés entre les parois étroites des vallées. Il ajoute que la glace prend toujours la même direction et le même mouvement qu'une masse liquide prendrait dans les mêmes circonstances, et qu'ainsi les glaciers étendus dont il a supposé l'existence devaient avoir un mouvement analogue à celui des glaciers actuels.

Mgr Billiet reprend que les phénomènes géologiques établissent une température autrefois plus grande que la température actuelle, ce qui détruit par sa base la théorie du transport des blocs erratiques par les glaciers. L'existence des anciens glaciers paraît inconciliable avec la température élevée que notre globe possédait dans les périodes géologiques qui ont précédé l'époque actuelle.

M. Agassiz, de son côté, répondant à Mgr Billiet, observe que souvent, même aujourd'hui, les glaciers franchissent des monticules élevés; que toutes les fois qu'il se rencontre quelque proéminence dans le cours d'un glacier, celui-ci se

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

relève et passe par-dessus : ce qui se fait maintenant en petit s'est passé autrefois sur une grande échelle. Il ajoute qu'il admet bien, avec tous les géologues, les preuves qui établissent que la terre a eu, à une certaine époque, une température plus élevée que sa température actuelle; mais qu'il existe aussi des preuves d'une température autrefois plus basse qu'elle ne l'est aujourd'hui : ainsi on trouve des coquilles erratiques dans les régions tempérées; il cite en particulier des débris de rennes découverts dans les terrains récents de Besançon, que l'on a reconnus appartenir au renne boréal. Ces deux faits ne sont point inconciliables, si on les suppose arrivés à des époques différentes.

Mgr Billiet ajoute enfin qu'il est un grand nombre de dépôts, tels que l'alluvion ancienne, les molasses de la Savoie et des collines de Turin, etc., qui indiquent évidemment l'existence de courants immenses, auxquels il faut attribuer leur transport. L'analogie nous permet de supposer au phénomène erratique une cause semblable.

Après cette discussion, Mgr Rendu expose son opinion sur les roches polies et striées. Tout en admettant que les glaciers sont la cause du transport des blocs erratiques, il ne croit pas que le poli observé dans les roches soit un effet de ces glaciers, et qu'on puisse s'en servir pour établir leur existence. Il décrit toutes les roches polies et striées qu'il a eu l'occasion d'observer. Il a vu des roches dont le poli était un effet de la cristallisation; leur surface était formée de lamelles posées les unes sur les autres, qu'on pouvait aisément détacher. Il en a vu qui, semblables à celles de la grotte des Fées, découverte près de Chambéry par M. Chamousset, présentent, sur deux surfaces en contact, un poli parfait avec des stries fines et parallèles. Quelle que soit la cause à laquelle il faille attribuer ce dernier poli, il est bien évident que ce n'est pas à l'action des glaciers.

M. Chamousset explique ce poli en supposant que des tremblements de terre, ou d'autres causes analogues, ont à une certaine époque fendu les roches, et produit des mouvements vibratoires entre leurs diverses parties. Le frottement de ces parties les unes contre les autres suffit pour les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

polir, et produire des stries parallèles au sens du mouvement de la roche. Des fentes nombreuses divisent le rocher à la grotte des Fées ; c'est toujours sur les deux surfaces produites par une fente que la roche est polie. L'état de dislocation de la roche et la disposition des fentes et des surfaces polies se prêtent tout-à-fait à cette explication.

Mgr Rendu ne l'admet pas cependant : le frottement du calcaire contre lui-même détruirait les stries si elles existaient, mais il est incapable de les produire. Il pense que, dans certains cas, le poli des roches pourrait être l'effet de l'électricité ; mais il déclare cependant ne point tenir à cette explication. Enfin Mgr Rendu a vu des roches dont le poli, moins parfait que celui des roches dont il vient de parler, a été attribué au frottement des glaciers. Malgré la confiance que lui inspirent les lumières de M. Agassiz, il ne croit pas devoir admettre son opinion sur ce point. Les glaces ne peuvent produire par le frottement ni le poli ni les stries ; les matières dures qu'elles transportent peuvent bien rayer, unir même la surface d'un rocher, mais elles ne donneront jamais un vrai poli, le poli vitreux.

M. Agassiz, dans sa réponse à Mgr Rendu, distingue les roches polies et striées par le mouvement des glaciers, de celles qui l'ont été par des causes différentes. Il a observé les premières dans les glaciers actuels, un peu au-dessus du niveau ordinaire des glaces, dans la partie encaissante que celles-ci atteignent dans les années où la glace s'élève le plus haut. Il les a observés aussi sous les voûtes que la fusion de la glace forme au-dessous des glaciers : le poli et les stries qu'il a vus dans les glaciers actuels ont absolument les mêmes apparences que ceux que l'on observe à de grandes distances des glaciers, sur le trajet que les dépôts erratiques ont dû parcourir.

M. Guyot ajoute à ce que vient de dire M. Agassiz, que le poli et les stries sur lesquels on discute n'existent que là où se trouvent les dépôts erratiques, soit granitiques, soit calcaires, et qu'ils les accompagnent toujours ; que toujours aussi les stries et les sillons ont la direction que le courant erratique a dû suivre.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Agassiz confirme cette dernière observation de M. Guyot, et dit que, lorsque deux dépôts erratiques ont traversé le même lieu, en venant de directions différentes, ils ont laissé chacun des stries parallèles à la direction qu'ils ont suivie. Il a vu, dans le Jura, des stries produites par les galets calcaires d'un glacier secondaire, couper à angle droit celles qui avaient été burinées par les galets granitiques ou quarzeux d'un glacier alpin.

M. Favre émet l'opinion que les stries sont produites par le frottement des blocs durs entraînés par le glacier, et que le poli est dû au frottement de la glace.

M. Guyot ne pense pas que le frottement de la glace puisse polir les rochers, et il attribue leur poli au sable et aux matières terreuses que la glace renferme.

Après cette discussion, M. Guyot rend compte d'un travail qu'il vient de terminer sur la distribution des dépôts erratiques entre les Alpes et le Jura. Il les a distingués en plusieurs espèces ; il a pu suivre la route de chacun, remonter à son origine, et déterminer les limites qu'il n'a pas dépassées. Tous ces résultats sont représentés dans une carte qu'il met sous les yeux de la Société. Il termine son discours en tirant des faits qu'il vient de signaler, des arguments en faveur du transport des blocs erratiques par les glaciers.

Mgr Rendu cite une moraine granitique très remarquable, qu'il a observée sur le col de la Magdeleine. M. Guyot signale une moraine calcaire couvrant 60 journaux de terrain, dans les environs de Cusy, dans la plaine qui sépare cette commune des communes de Saint-Offenge. Cette moraine, circonscrite dans toutes ses parties, lui a paru venir des Beauges par la vallée étroite qui donne issue au Chéran. Il a remarqué dernièrement, en venant à Chambéry, des roches polies dans le voisinage d'Aix-les-Bains.

M. Favre décrit une moraine immense qui se trouve à l'extrémité inférieure de la vallée du Bornand ; elle est terminée par un bloc énorme, et il demande : Si ce bloc avait été amené en cet endroit par un courant, celui-ci n'aurait-il pas dû transporter au-delà et bien plus loin des blocs plus petits et du sable?

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

L'heure avancée fait renvoyer les discussions au lendemain.

Les membres de la Société se rendent au château, à la soirée à laquelle son excellence le gouverneur général de la Savoie les avait invités.

1re *Séance du* 16 *août*,

10 heures du matin.

PRÉSIDENCE DE M. AGASSIZ.

M. le chanoine Chamousset, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance du 15.

DISCUSSION ET COMMUNICATIONS.

Après la lecture du procès-verbal, M. Virlet soumet plusieurs objections aux partisans du transport des blocs erratiques par les glaciers, et une assez longue discussion s'engage. M. Virlet rappelle d'abord qu'auprès du sommet du Mont-d'Or, près de Lyon, élevé d'environ 625 mètres au-dessus du niveau de la mer, et au sommet des rochers de Crussol, situés sur la rive droite du Rhône, en face de Valence, on rencontre un grand nombre de blocs erratiques. Il demande si le niveau qu'on suppose aux anciens glaciers dans leur plus grande hauteur est en rapport avec la hauteur et l'éloignement de ces différentes localités.

M. Chamousset fait connaître les observations qu'il a faites sur la hauteur que le dépôt erratique a atteinte aux environs de Chambéry, et qui, comparée à la hauteur du Mont-d'Or, peut aider à résoudre la question posée par M. Virlet. Il commence par établir que ce dépôt, parti de la portion des Alpes visible de Chambéry, est venu directement par la vallée qui sépare cette ville de Montmeillan, et s'est répandu au moins jusqu'à Lyon. M. Fournet, dans une lettre adressée à M. Chamousset, sous la date du 20 janvier 1844, après lui avoir exprimé le regret qu'il éprouve, et prévoyant qu'il ne pourra assister à la réunion de Chambéry, l'a prié de faire en son nom, à la Société, la communication suivante.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Un grand courant diluvien est descendu des montagnes qui dominent Allevard, savoir : du grand Charnier, du grand Glacier, etc., et a enfilé la vallée d'Allevard, de manière à déboucher dans la vallée de l'Isère entre le mont Granier et Montmeillan. De là ce courant, continuant sa route en ligne droite, a passé à Chambéry sur le lac du Bourget et est entré dans la vallée du Rhône. Contenu de ce côté pendant quelque temps par les montagnes du Jura, il a débouché dans nos plaines entre les départements de l'Ain et de l'Isère, et s'est rué sur nos hauteurs de la Croix-Rousse et de Montenay, où il a déposé des blocs ; il en est qui viennent des montagnes du Bout-du-Monde, et c'est ce qui m'a permis de vous tracer cet itinéraire.

J'espère que vous voudrez bien soumettre cet aperçu au congrès géologique de ma part, et, quant à vous, je vous engage à vous assurer si ce fait n'aurait pas une bien plus grande extension, et s'il n'y aurait pas d'autres brèches par lesquelles les courants auraient pu s'étaler plus au loin en venant toujours des chaînes entre le haut Dauphiné et la Maurienne.

Ne craignez pas, du reste, d'étendre le diluvium : plus je l'étudie, plus je vois que ses effets ont été gigantesques, et je viens d'apprendre que M. Elie de Beaumont l'a étendu jusqu'au point de dire que le canal de la Manche est le résultat d'une érosion diluvienne, ce qui est bien une autre affaire que mon diluvium de la France.

Or, les observations que M. Chamousset a souvent eu l'occasion de faire ne viennent pas seulement à l'appui du fait principal établi par M. Fournet. En portant le baromètre dans les points les plus élevés où l'on rencontre les débris erratiques, M. Chamousset a reconnu que le courant ou le glacier qui les transportait remplissait toute la vallée qui s'étend de Montmeillan à Chambéry jusqu'à une hauteur un peu plus grande que 1200 mètres au-dessus de la mer. Ce dépôt a passé par-dessus la montagne de Montmeillan, élevée de 926 mètres au-dessus de Chambéry, ou 1190 mètres au-dessus de la mer ; il s'étendait d'un côté par-dessus la Thuile, Puisgros, Curienne, et déversait dans les Beauges par le *Pré*, col élevé de 1138 mètres. D'un autre côté, il pénétrait dans la vallée d'Entremont, par le col du Frêne, élevé de 1135 mètres, qui sépare les montagnes de Granier et de Joigny. M. Chamousset

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

a trouvé dans le voisinage de ces deux cols, sur divers points de la montagne, des débris alpins plus élevés que le sommet des cols eux-mêmes; de sorte qu'il est bien établi qu'aux environs de Chambéry, le dépôt erratique atteignait au moins une hauteur de 1200 mètres au-dessus de la mer. M. Fournet suppose que le courant, arrêté par la montagne d'Aiguebelette, s'est dévié pour suivre la vallée du Bourget, et pénétrer ainsi dans la vallée du Rhône. La grande hauteur à laquelle ce dépôt s'élevait lui a permis de passer directement par-dessus la montagne d'Aiguebelette, dans tous les points où la hauteur de cette montagne n'est pas beaucoup plus grande que 1200 mètres. Il a couvert toute la partie moyenne de cette montagne, qui comprend les deux routes d'Aiguebelette et de Novalaire, mais il ne s'est élevé ni vers le *Signal* qui domine Oncin, ni sur la Dent-du-Chat : deux points dont les hauteurs dépassent 1400 mètres. De là le dépôt erratique a poursuivi sa route en abandonnant des débris nombreux et d'énormes blocs dans les vallées et sur les petites montagnes qu'il a eues à traverser. M. Chamousset se contente de citer ces faits, en laissant à d'autres le soin de prononcer à laquelle des deux théories ils sont plus favorables, à celle du transport par les glaciers ou à celle du transport par les courants.

M. Agassiz, répondant à la question adressée par M. Virlet, dit que ce n'est pas seulement au Mont-d'Or qu'on découvre des blocs erratiques; le même fait s'observe en diverses contrées, et même, dans quelques localités, le dépôt erratique présente sur les hauteurs une accumulation de roches qui évidemment ont appartenu aux couches inférieures de la montagne, il croit que ces faits trouvent une explication naturelle dans la théorie des glaciers; il suppose une époque où la surface de l'Europe était comme recouverte par une mer de glaciers qui communiquaient entre eux d'une région à l'autre. Dans leur marche graduelle et successive, ces glaciers auraient amoncelé des masses de rochers en divers lieux, et même les auraient déposés sur les montagnes en forme de couronnes, ainsi qu'on peut l'observer en suivant la route de quelque glaciers.

M. Virlet fait observer à MM. Agassiz et Guyot que le

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

refroidissement que supposerait l'existence des grands glaciers nécessaires pour expliquer le transport des blocs erratiques placés à de si grandes hauteurs, lui paraît contraire aux lois de la physique du globe; que rien, selon lui, n'autorise à admettre des changements aussi considérables de température, et qu'au contraire toutes les observations des paléontologistes, et les travaux de M. Agassiz lui-même, lui semblent établir qu'il n'y a eu qu'un décroissement lent et graduel de température à la surface de notre planète. Ainsi la faune tertiaire, même des époques les plus récentes, se trouve en harmonie avec l'hypothèse d'un décroissement lent, et les dépôts de coquilles modernes, partout où ils ont été émergés, présentent une parfaite identité avec celles encore vivantes dans les mêmes parages. Pour admettre, ajoute M. Virlet, un semblable abaissement de température, il faudrait supposer un déplacement de l'axe de la terre, ce à quoi s'opposent les lois de la mécanique céleste. Un semblable déplacement d'ailleurs ne pourrait guère s'expliquer que par le choc d'une comète; or, si le calcul des probabilités démontre la possibilité que la terre soit un jour rencontrée par un de ces astres errants dans les espaces et dans tous les sens; d'un autre côté, la dynamique nous démontre qu'un semblable phénomène n'a jamais eu lieu, que l'axe de la terre n'a jamais été déplacé, et qu'il ne se meut qu'en vertu des lois de l'attraction universelle et du mouvement qui lui a été imprimé à l'origine (1).

(1) On peut voir à ce sujet le mémoire de Poisson, sur la *stabilité du système planétaire*, dans les additions à la *Connaissance des temps* pour 1836.

Toutes les planètes du système solaire sont douées de deux mouvements principaux, en vertu desquels elles tournent sur elles-mêmes : c'est leur mouvement diurne, et sont emportées, suivant des orbes elliptiques, autour du soleil : ce sont leurs mouvements annuels. Tous ces mouvements, circonstance extrêmement remarquable, se font, sans exception, d'occident en orient, ce qui semble indiquer, pour les planètes, une origine commune et instantanée. La terre est de plus douée d'un troisième mouvement qui consiste en un petit balancement gyratoire de son axe autour de l'axe d'*inertie*. Ce mouvement, que les astronomes ont appelé le phénomène de la *nutation*, et qui s'opère dans l'espace d'environ 19 ans, est la conséquence nécessaire du mouvement de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Guyot répond d'abord, quant au fait des blocs erratiques observés au Mont-d'Or, qu'il a eu l'occasion d'en voir et d'en étudier plusieurs qui lui avaient été envoyés de Lyon, et qu'il n'a reconnu aucune roche de la Suisse ou du Mont-Blanc parmi les échantillons qui lui ont été soumis; qu'ainsi la première question posée par M. Virlet lui paraît prématurée, et qu'avant de poursuivre sur ce sujet des discussions inutiles, il convient d'examiner avec soin les galets erratiques, et de demander à chacun un certificat d'origine. Pour la dernière question proposée par M. Virlet, M. Guyot ne voit pas la nécessité d'admettre une révolution considérable dans l'état de l'atmosphère. Il suffirait d'un abaissement de 8 à 10 degrés pour expliquer tout. La température de l'époque tertiaire était certainement supérieure à la température actuelle; d'autres phénomènes annoncent aussi l'existence d'une époque *glaciaire* transitoire. Pour expliquer ce changement de température, supposons qu'une perturbation atmosphérique facile à concevoir, lors même que

---

rotation de la terre, combiné avec sa forme elliptique et avec l'inégalité d'attraction du soleil et de la lune, sur les régions polaires et équatoriales. Si la terre était parfaitement sphérique, l'attraction de ces astres agirait également sur les diverses parties de sa surface, et il n'y aurait pas de phénomène de *précession des équinoxes;* mais la terre étant renflée vers l'équateur, l'action du soleil et de la lune agit en cette partie avec plus d'intensité que sur les autres, et tend continuellement à détourner le plan de l'équateur terrestre de sa direction. Telle est la cause du léger mouvement de nutation de l'axe terrestre.

Si la terre avait éprouvé un choc de comète, elle aurait acquis un nouveau mouvement quelconque, proportionnel à ce choc, lequel se serait combiné avec les trois mouvements actuels; un second choc aurait encore compliqué sa marche d'un cinquième mouvement; en sorte que si, comme quelques personnes le supposent fort gratuitement, sans doute, l'axe de la terre avait été ainsi plusieurs fois déplacé, les mouvements de notre globe seraient tellement compliqués, irréguliers et anomaux, que je doute que les astronomes fussent jamais parvenus à en débrouiller les causes. Donc l'axe de la terre n'a jamais été dévié, autrement que par le mouvement de nutation, qui est la conséquence naturelle des lois de la gravitation universelle; donc tous les systèmes basés sur des déplacements de cet axe sont erronés.

(*Note de M. Virlet d'Aoust.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nous ne saurions en assigner les causes positives, ait déterminé une chute de neiges subite et abondante, la formation d'un immense glacier en sera la conséquence immédiate, ainsi qu'un abaissement transitoire dans la température normale. Les glaciers diminueront ensuite peu à peu, la température moyenne s'élèvera, et il finira par s'établir un équilibre de température tel, qu'on n'observera plus, dans l'étendue de nos glaciers actuels, que des oscillations peu importantes.

M. Chamousset réplique à M. Guyot que M. Fournet a trouvé dans les environs de Lyon une grande quantité de roches alpines, et en particulier des roches des environs d'Allevard (1). M. Virlet ajoute aussi qu'il a été lui-même, en société de M. Fournet, visiter ces blocs, et qu'il y a parfaitement reconnu les roches alpines, entre autres les poudingues de Valorsine.

M. Agassiz fait une observation en réponse à M. Virlet. La physique nous fournit des preuves nombreuses d'une température plus élevée aux époques géologiques, et la paléontologie confirme ces données. Un autre fait se présente, celui des blocs erratiques entraînés par les glaciers. Pour résoudre la question d'une manière complète, il ne faut pas négliger un troisième élément : dans la Sibérie, on trouve comme un immense ossuaire d'éléphants dont les chairs et les poils sont parfaitement conservés, et qui ne se décomposent que lorsqu'ils sont amenés au contact de l'air et à un certain degré de chaleur. Ce fait, connu et cité dans tous les ouvrages de géologie, prouve évidemment qu'un froid subit est venu saisir inopinément ces animaux et les envelopper dans les couches qui les ont conservés intacts pendant plusieurs siècles. Quant aux causes du refroidisse-

(1) M. Fournet confirme de nouveau ce fait dans une lettre, qu'il m'écrit le 13 septembre de cette année, et dans laquelle il dit que, parmi les cailloux de Lyon, presque tout est alpin et qu'il y a très peu d'autre chose ; qu'il sera arrivé à M. Guyot d'avoir reçu les exceptions, comme cela a lieu fréquemment quand les collections ne sont pas faites par celui même qui s'occupe de ce travail ; qu'une petite promenade de deux heures dans les environs de Lyon lui ferait changer d'idée, etc.

(*Note de M. Chamousset.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ment, M. Agassiz les ignore ; il étudie d'abord les faits, sauf à chercher les explications, lorsque l'état de la science permettra de coordonner un vaste système de géogénie. La physique du globe doit tenir compte de tous ces faits dans ses théories générales. Du reste, une légère inclinaison dans l'axe terrestre suffirait pour amener un abaissement assez considérable dans la température, et quelques astronomes d'un assez grand mérite regardent le fait de l'inclinaison comme possible, quoique ce ne soit pas le sentiment commun.

M. de Verneuil cite quelques observations faites dans son voyage en Russie, et relatives à l'immense quantité d'ossements fossiles appartenant au genre éléphant. Les ossements y deviennent plus nombreux à mesure qu'on s'approche plus du nord, où l'ivoire fossile est l'objet d'un commerce important. Ces observations confirment tout ce que vient de dire M. Agassiz. M. de Verneuil ajoute encore que les nombreux travaux d'ivoire qui s'exécutent en Chine proviennent presque tous des débris d'éléphants fossiles recueillis en Sibérie par des caravanes organisées pour ce genre d'industrie.

M. Bourjot, d'après l'opinion de M. Constant Prevost, pense que ces animaux n'étaient pas indigènes, et qu'un grand courant les avait transportés dans le nord de régions éloignées. Les corps, ballonnés par un commencement de putréfaction, flottaient sur les eaux. Ce transport a pu se faire dans un temps assez court, de vingt à trente jours, par exemple.

M. Chamousset observe que le poil dont les éléphants fossiles sont revêtus indique que ces animaux habitaient loin de l'équateur, et qu'ils pouvaient supporter une température peu élevée, ce qui expliquerait suffisamment leur présence dans le Nord.

M. Bourjot ajoute que les éléphants actuels, qui ne vivent que dans les climats très chauds, ont la peau nue, présentant à peine des poils rudimentaires.

M. de Verneuil répond à M. Bourjot que, dans l'Oural, les vallées à ossements ne renferment d'autres débris de roches que ceux de la localité ; que si des courants avaient

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

amené ces animaux gigantesques, ils auraient certainement entraîné une masse de débris appartenant aux régions parcourues. D'ailleurs ces ossements existent dans des vallées fermées, et la seule inspection des lieux suffit pour montrer l'impossibilité des courants qui les y auraient transportés.

M. de Tchihatcheff cite dans l'intérieur de la Sibérie des vallées qui renferment des éléphants fossiles, et qui cependant sont complétement isolées, sans qu'on puisse raisonnablement supposer aucune communication avec les pays environnants, par laquelle ces éléphants y auraient été introduits.

M. Agassiz tire de ces faits la conclusion suivante : puisque ces animaux ont vécu dans les lieux où nous trouvons leurs restes, on ne peut s'empêcher d'admettre qu'il y régnait une température plus élevée que celle qui s'y fait sentir aujourd'hui. Leur nombre prodigieux suppose qu'à cette époque il existait dans le Nord une abondante végétation qui leur fournissait une nourriture suffisante. Cette végétation n'existe plus et ne pourrait exister avec la température actuelle.

M Virlet fait encore observer que MM. Boué et Viquesnel, qui ont voyagé dans la Turquie, n'y ont découvert aucun bloc erratique, et demande si ces messieurs supposent que le phénomène du refroidissement n'a été que local....

M. Agassiz pense que le phénomène des glaciers et des blocs erratiques a été général pour l'Europe. Il cite plusieurs faits tendant à prouver qu'une observation attentive découvre ce qui avait d'abord échappé à une investigation première et rapide. Il a trouvé, et d'autres ont trouvé avec lui, des moraines dans le Midi. L'objection de M. Virlet est un fait négatif, et il en appelle aux futures explorations; du reste, pour établir la question dans des limites où il voudrait la voir renfermée provisoirement, M. Agassiz tient à ce qu'on admette pour la Suisse un noyau central de glace qui aurait rayonné à une distance de trente à quarante lieues.

M. de Tchihatcheff n'a observé aucun bloc erratique en Sibérie, mais il se déclare prêt à reconnaître que le phénomène a échappé à ses recherches, qu'il dirigera sur ce point à l'avenir. M. Dubois de Montpereux fait le même aveu. Tous

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

deux aiment mieux, s'il est nécessaire, rendre à l'avance hommage à la vérité. Cependant M. Dubois ajoute qu'il a découvert de longues traînées de blocs erratiques sur le Caucase ; il n'y a pas observé les roches polies.

M. Favre fait remarque que si les éléphants avaient été transportés par des courants, ils seraient accumulés aux confluents des fleuves. Or cette hypothèse est détruite par leur gisement habituel. Du reste, un trajet long est nécessairement difficile : il ne nous reste aucun moyen d'expliquer leur état de conservation parfaite.

M. Bourjot répond que le cuir de ces éléphants est d'une dureté extrême, et qu'ainsi il aurait pu résister aux accidents du voyage.

M. Virlet ajoute, pour confirmer les paroles de M. Favre, que le cours des fleuves, quelle que fût d'ailleurs leur rapidité, aurait mis un temps considérable pour le transport des éléphants, et de cette manière accéléré la décomposition des chairs et la dislocation des parties osseuses. Il ajoute encore que la rapidité des courants est beaucoup moins grande qu'on ne le suppose généralement : ainsi, par exemple, dit-il, lorsqu'une crue de la Loire arrive, les mariniers, dès qu'ils aperçoivent arriver le flot, s'empressent de partir, et de l'éviter en le précédant dans sa marche. Cependant, la chair de ces éléphants fossiles, continue M. Dubois, est quelquefois si bien conservée, que Pallas a pu en faire servir dans un dîner à Saint-Pétersbourg.

M. Sismonda demande à M. Agassiz quelle cause a pu opérer la fonte des glaciers. La chaleur rayonnante envoyée par le soleil est trop peu de choses, d'après M. Melloni, pour produire ce phénomène.

M. Agassiz avoue qu'il ignore la cause du fait : seulement il s'estime heureux d'être sur la voie d'une observation qui lui semble du plus haut intérêt. M. Guyot pense également que cette question est prématurée, et qu'il convient de la renvoyer à une autre époque où la science sera plus avancée.

M. Sismonda indique en passant la théorie de M. Élie de Beaumont sur la question présente ; il aime à admettre, avec ce savant, qu'à l'époque du dernier soulèvement dans lequel les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Alpes ont achevé de recevoir leur relief actuel, les glaces ont été fondues tout-à-coup, et qu'il s'est produit des courants violents qui ont transporté au loin et les glaces flottantes et des amas de débris alpins.

M. Agassiz admet en partie cette ingénieuse théorie, mais il la trouve incomplète : elle lui semble trop limiter l'action de glaciers, qui, dans certains cas, ont laissé des preuves de leur passage à des distances de vingt-cinq lieues. Il existe à de grandes distances des Alpes des moraines évidentes qui auraient certainement été emportées et détruites par les courants dont il s'agit.

A la fin de cette longue discussion, M. Michelin indique, comme document à consulter, un fait observé par M. Jules Desnoyers. Voyez *Bulletin de la Société*, tome XIII.

M. le colonel Gleizes fait une communication, de la part de M. Leymerie, sur les terrains d'alluvion, le terrain myocène, les couches à Nummulites, la formation de la craie, le lias, le terrain houiller et les roches plutoniques des Corbières. Il présente également une suite de fossiles nouveaux recueillis dans les terrains nummulitiques, que M. Leymerie appelle *Épicrétacés*. L'auteur se propose d'envoyer directement à la Société cet important travail, sur lequel il est par conséquent inutile de donner maintenant des détails plus étendus.

A cette occasion, et relativement à la détermination d'une espèce de *Serpule*, M. Agassiz fait quelques réflexions sur le genre Serpule, pour lequel il réclame une bonne monographie. Il craint que la confusion dans la classification et la synonymie des espèces ne devienne un embarras dans la science.

M. Michelin remarque que M. Leymerie n'a pas osé ranger les terrains à Nummulites dans la formation crétacée, et qu'en les appelant épicrétacés, il se rapproche de la manière de voir des conchyliologistes.

M. le chanoine Chamousset, secrétaire, lit une lettre de l'administration de la ville de Chambéry qui invite MM. les membres de la Société géologique à un banquet pour le 27 août, jour de la clôture de la session. La Société charge

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Gravé par les frères Avril, Rue des Noyers N°33.
Lith. de Simon, R. Montmorency
Bull. de la Soc. Géol. de France
2e Série Tom. I. Pl. XII page 653

Note sur les Alpes Dauphinoises par Mr. Rozet

Fig. 1.

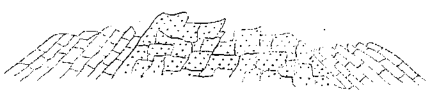


Fig. 2

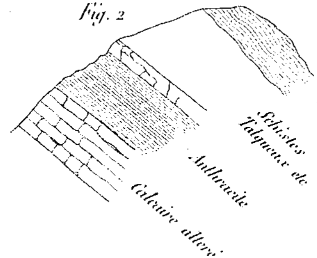


Fig. 3

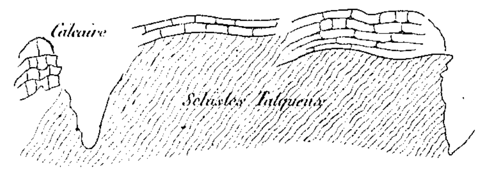


Fig. 4.

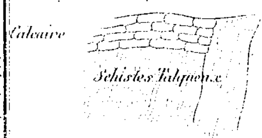


Fig. 5

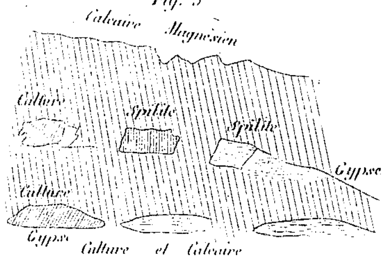


Fig. 6

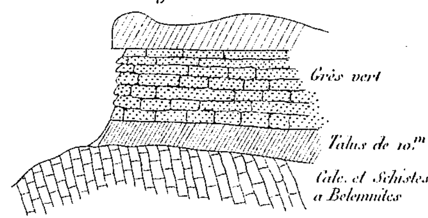
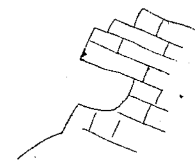


Fig. 7.



Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

le bureau d'aller exprimer ses sentiments de reconnaissance à MM. les nobles syndics.

M. de Tchihatcheff commence la lecture de son mémoire sur l'Altaï; l'heure avancée ne lui permet pas de terminer. La séance sera continuée à deux heures.

2e *Séance du* 16 *août*,

à 2 heures de l'après midi.

PRÉSIDENCE DE M. SISMONDA.

COMMUNICATIONS ET DISCUSSIONS.

M. Viquesnel lit, au nom de M. Rozet, le mémoire suivant:

Note sur quelques parties des Alpes dauphinoises, par M. le capitaine Rozet.

Les opérations géodésiques dont j'ai été chargé l'été dernier dans la partie des Alpes dauphinoises qui forme la feuille de Vizille, suivant la division adoptée pour la nouvelle carte de France, m'ont donné la facilité de commencer l'étude de cette contrée, si remarquable sous le rapport des phénomènes géologiques. J'attendais d'y être retourné encore toute une campagne pour étendre et contrôler mes observations avant de les communiquer à la Société; mais les travaux géodésiques se trouvant portés, cette année, dans l'ouest de la France, et ne sachant pas quand ils seront repris dans les Alpes, je me décide à donner un aperçu de mes observations, moins pour signaler des découvertes, que pour attirer l'attention de la réunion extraordinaire à Chambéry sur quelques points importants des difficultés géologiques, si nombreuses dans cette belle contrée.

Le plus ancien des terrains qui se montrent au jour dans la feuille qui contiendra Vizille est un terrain schisteux métamorphique, percé çà et là par des pointes de granite, que l'on a rapporté au gneiss, au terrain de transition, et même au terrain jurassique.

Sur ce terrain métamorphique gisent çà et là des lambeaux d'une alternance de grès houiller et d'argiles schisteuses, dans lesquels on exploite des couches de houille plus ou moins sèche..

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Le terrain schisteux et les dépôts houillers sont recouverts, souvent à stratification transgressive, par une puissante masse de calcaires plus ou moins marneux, plus ou moins cristallins, alternant avec des argiles schisteuses qui deviennent des schistes ardoisés. Toute cette masse contient des bélemnites et des coquilles appartenant au terrain jurassique inférieur.

Dans la vallée de la Gresse, la formation à Bélemnites est recouverte par des calcaires compactes semblables à celui de la porte de France à Grenoble.

Sur le calcaire dont nous venons de parler, dans tout l'escarpement occidental de la vallée de la Gresse, s'élève une puissante assise composée d'une alternance assez régulière de marnes et de calcaires marneux bleuâtres, surmontée, à stratification concordante, par une masse d'un calcaire blanc jaunâtre, formant le magnifique escarpement du Vercors, sur lequel s'élèvent d'une manière si pittoresque les pointes de Cornefion, de la Moucherolle, du Grand-Veymout et du Mont-Aiguille. Ces deux étages sont rapportés au groupe du grès vert dans la carte géologique de France.

Dans les vallées inférieures du Vercors et dans celles du Royans, le calcaire jaunâtre est recouvert transgressivement par le terrain tertiaire subapennin, composé de deux étages, marnes bleues avec calcaires, recouvertes par des sables et des macignos coquilliers. Enfin les grandes vallées, celles du Drac, de la Romanche, de la Gresse, etc., présentent de puissants dépôts d'alluvions dignes d'attirer l'attention du géologue.

Après ce coup d'œil rapide sur l'ensemble des terrains qui constituent le sol de la feuille de Vizille, disons ce que chacun présente de particulier.

Granite. Un granite à petits grains, très quarzeux, avec mica brun ou blanchâtre, se montre çà et là, en filons et en pointes, dans les diverses parties du terrain schisteux métamorphique. Ce terrain présente aussi des roches granitoïdes qui font partie intégrante de sa masse et me paraissent être métamorphiques, ainsi que les roches gneissiques qui les accompagnent et s'y trouvent souvent intimement liées.

Au col de la Chénelette, sur le flanc sud de la vallée de la Bonne, une grosse pointe de granite (fig. 1, pl. XII) s'est élevée au milieu des calcaires et schistes à Bélemnites, en les rejetant à droite et à gauche, mais sans les altérer aucunement, ce qui annonce que le granite était solide, et même refroidi, quand il a été poussé à travers le calcaire.

Terrain schisteux métamorphique. Ce singulier terrain, regardé

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

longtemps comme primitif, remonté ensuite dans celui de transition et même jusque dans le terrain jurassique, mérite d'attirer toute l'attention des géologues réunis à Chambéry, qui ne négligeront certainement pas de faire une course entre cette ville et Moutiers pour aller l'étudier. C'est lui qui forme en grande partie cette chaîne de hautes montagnes qui borde à l'est la belle vallée du Grésivaudan en se dirigeant droit sur le Mont-Blanc. Il se montre aussi dans l'Oisans, sur les deux versants de la vallée de la Romanche, où il constitue des montagnes dont l'altitude dépasse 3,000 mètres. Il occupe également un espace très étendu entre les parties supérieures des vallées du Drac et de la Romanche, où des sommets (le grand Pelvoux par exemple) atteignent 4,000 mètres.

Considéré dans son ensemble, le terrain qui nous occupe offre un assemblage de schistes talqueux et micacés passant çà et là à une roche gneissiforme, mais qui ne me paraît pas être un véritable gneiss, de schistes argileux peu ou point altérés, de poudingues à fragments quarzeux, de grès très analogues aux grès anthraxifères, enfin de schistes euritiques soudés avec les autres roches. Cet assemblage est traversé dans tous les sens par des filons plus ou moins puissants, d'eurites compactes et granitoïdes qui paraissent être d'origine plutonique, bien qu'ils se lient souvent avec les schistes talqueux; par de nombreuses veines et filons de quarz avec barytine, qui renferment des minerais de plomb, d'argent et même d'or. Quelques uns des filons de quarz passent du terrain schisteux dans le groupe à Bélemnites qui le recouvre, celui de la Gardette, par exemple. Tout cet ensemble de roches a dû éprouver un grand nombre de dislocations : les strates, rarement régulières, et dont l'inclinaison est toujours très forte, présentent les contournements les plus bizarres, et cela principalement sur les points où les roches euritiques sont abondantes. Le granite quarzeux à petits grains se montre aussi en filons et en petites masses transversales dans le terrain schisteux, des deux côtés de la vallée de la Romanche, depuis Vizille jusqu'au Freney; les crêtes du massif de Taillefer présentent plusieurs de ces filons.

M. Scipion Gras a eu la complaisance de m'accompagner au mont de Lans pour examiner une couche d'anthracite avec grès et argiles schisteuses phylladiformes, remplie d'empreintes végétales du terrain houiller qui gît au milieu du terrain que nous décrivons. Cette couche s'étend sur une longueur qui dépasse 10,000 mètres, participe à tous les contournements des couches schisteuses qui l'encaissent, et présente un grand nombre d'étran-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

glements et de renflements. Du sommet du mont de Lans, elle descend dans le fond de la vallée de la Romanche, où on l'exploite. Elle se montre ensuite parfaitement à découvert dans l'escarpement nord de cette vallée, d'où elle s'étend jusqu'à la combe Gillarde. Là, elle se trouve considérablement dilatée, et les paysans ont percé dessus un grand nombre de trous pour en extraire le charbon. Il se présente en cet endroit un fait extrêmement singulier, découvert par M. Gras : la couche d'anthracite repose immédiatement et à stratification concordante sur un calcaire jaunâtre, sublamellaire, notablement altéré, que M. Gras range dans le terrain jurassique. Elle est ensuite recouverte par un talus cultivé percé par de nombreuses pointes de schistes talqueux et micacés, allant aboutir à une masse de ces mêmes schistes, inclinée dans le même sens que les autres roches qui forment le sommet de la montagne. Ici aucune incertitude dans la disposition des roches les unes par rapport aux autres; les choses se voient exactement comme le montre la *fig.* 2, pl. XII.

Sur tous les points où elle se montre, la couche carbonifère est accompagnée d'empreintes végétales reconnues par M. Ad. Brongniart pour être de mêmes espèces que celles du terrain houiller. Plus à l'est, en suivant la route de Briançon, on rencontre, au-dessus du Freney, une couche de grès avec argile schisteuse sans carbone, mais offrant les mêmes empreintes végétales que la précédente, qui fait évidemment partie du terrain de schistes talqueux et micacés. De semblables couches placées de la même manière existent encore sur plusieurs autres points. Enfin des couches d'anthracite avec empreintes végétales ont été nouvellement découvertes au milieu des roches talqueuses, micacées et granitiformes de la montagne de Prémol, à l'est de Vizille.

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 renversement, 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.

Terrain jurassique. — La grande formation schisteuse que nous venons de décrire est recouverte par une immense masse de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

calcaires et de marnes schisteuses alternant entre eux, contenant des Bélemnites et autres coquilles du lias. Cette masse est la plus puissante et la plus développée de toutes celles que présentent les Alpes depuis le Mont Blanc jusqu'en Provence; dans la feuille de Vizille, sa puissance dépasse 700 mètres (escarpement de la Serre), et dans cette grande épaisseur, on ne remarque qu'une alternance plus ou moins régulière de strates calcaires et de marnes schisteuses, qui présentent des altérations extrêmement remarquables; toute la vallée du Drac, la vallée de la Romanche entre Vizille et l'Oisans. Des veines de quarz et de chaux carbonatée se montrent sur plusieurs points.

Placé à la fameuse mine de la Gardette, au-dessus du bourg d'Oisans, on voit sur tout le flanc oriental de la vallée (*fig.* 3) le terrain à Bélemnites, dont les couches très contournées recouvrent transgressivement celles du terrain schisteux, qui sont verticales et très tourmentées. Dans la partie supérieure de la vallée de la Romanche, sur plusieurs points, au-dessus des Fraux, par exemple, les schistes et calcaires à Bélemnites s'appuient transgressivement contre les schistes talqueux et micacés. Au col de Roussillon, sur le chemin qui descend au Valbonnais, on trouve une superposition immédiate et des plus transgressives des calcaires à Bélemnites sur les schistes talqueux (*fig.* 4). Il ne paraît pas y avoir ici la moindre liaison entre les deux terrains. Sur les côtés de Taillefer, j'ai remarqué des lambeaux de calcaire à Bélemnites, portés à 2,600 mètres de hauteur, qui recouvrent transgressivement les schistes talqueux. Enfin, sur aucun point, je n'ai reconnu de liaison intime entre le terrain calcaréo-marneux à Bélemnites, et le terrain schisteux qui lui est inférieur. Des couches anthraxifères avec empreintes végétales appartenant aux mêmes espèces que celles du terrain précédent, paraissent être intercalées dans la formation calcaréo-marneuse à Bélemnites, MM. de Beaumont, Scipion Gras et Sismonda l'affirment positivement; quant à moi, voici ce que j'ai vu :

1° En descendant le col de Roussillon pour aller du Valbonnais à Auris, on trouve une assise de grès avec argiles schisteuses, dans laquelle on a exploité quelques veines d'anthracite, qui repose sans liaison sur les schistes talqueux, et se trouve recouverte à stratification concordante par les schistes à Bélemnites, dont elle paraît n'être que la partie inférieure.

2° Dans le chemin qui conduit de la Motte d'Avelanne à la carrière du Péchaguard, sur le flanc nord de la montagne de Bramparine, l'anthracite est exploité par plusieurs

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

galeries Ici encore le contact du terrain anthraxifère avec les schistes talqueux métamorphiques se voit très clairement dans un ravin qui coupe le chemin : les couches de grès et d'argile schisteuses, peu inclinées, reposent sur la tranche des schistes, mais leur stratification paraît concorder avec celle du calcaire à Bélemnites qui constitue la montagne de Bramparine, bien que, dans cette montagne, les couches présentent des contournements très bizarres. Au-dessous du sommet de Bramparine, du côté de l'orient, sur le chemin qui conduit du village de Péchagnard à la Charbonnière, on voit encore les schistes micacés et feldspathiques recouverts transgressivement par le terrain houiller. En continuant à monter, on suit les grès et argiles de ce terrain jusque près du rocher Blanc, où ils paraissent se confondre avec les calcaires et schistes à Bélemnites. Là, suivant M. Gaymard, les galeries ouvertes pour l'exploitation du charbon ont fait reconnaître une discordance de stratification tranchée entre le terrain carbonifère et celui à Bélemnites : cette discordance ne serait-elle pas le résultat des contournements de couches que présente la montagne de Bramparine dont le rocher Blanc fait partie? De nombreux faits de ce genre existent dans la masse des calcaires à Bélemnites sur la route de Gap, entre Corps et Aspres.

Enfin les exploitations d'anthracite de Notre-Dame des Vaux et de la Motte d'Avelanne ont lieu au milieu de schistes argileux très semblables à ceux à Bélemnites, mais dans lesquels je n'ai reconnu aucune trace de ce fossile parmi les nombreuses empreintes végétales qu'ils présentent; ils ne font point non plus effervescence dans les acides.

De ce que je viens d'exposer, on ne peut certainement pas conclure que les couches anthraxifères d'Auris, du Péchagnard, de Notre-Dame des Vaux, de la Motte d'Avelanne font partie du terrain à Bélemnites; je suis cependant porté à le croire. MM. Gras et Sismonda ont positivement vu, entre la Grave et Briançon, des dépôts anthraxifères intercalés dans les schistes et calcaires à Bélemnites. Tout le monde sait que M. E. de Beaumont a vu à Petit-Cœur les schistes noirs, avec empreintes végétales de l'époque houillère, sur les schistes argilo-calcaires à Bélemnites (1). Il existerait donc dans les Alpes dauphinoises une anomalie paléontologique bien singulière; et puisque cette anomalie est admise par des hommes aussi éminents que

(1) Notice sur un gisement de végétaux fossiles, *Annales des sciences naturelles*, juin 1828.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

MM. E. de Beaumont, Sismonda et Gras, qui ont parcouru le pays dans tous les sens, les faiseurs de divisions géologiques sur la présence d'une charnière de coquille, d'une feuille de plante, devraient au moins en tenir compte dans leurs théories.

Altération des roches calcaires. — Nous avons déjà dit que le terrain jurassique de la contrée dont nous nous occupons présentait des altérations extrêmement remarquables; elles méritent d'attirer particulièrement l'attention des géologues.

Sur un grand nombre de points, au Montchabou près Vizille, environs du bourg d'Oisans, à la Grave, au Valbonnais, etc., les schistes argilo-calcaires à Bélemnites sont devenus des schistes ardoisiers tellement solides, qu'on les emploie pour couvrir les maisons. Non seulement on peut suivre le passage insensible des schistes argileux à l'ardoise, mais on trouve aussi des Bélemnites dans l'ardoise elle-même, qui fait toujours effervescence dans les acides. Les bandes plus ou moins ardoisées que présente ce terrain, sont souvent accompagnées de gypse, de filons de quarz, de calcaires magnésiens jaunâtres avec gros cristaux de fer pyriteux (montagne de la Serre), et d'une roche brune nommée *Spilite*, qui a beaucoup d'analogie avec les vakes d'Auvergne.

Cette roche singulière a pris un grand développement dans certaines localités; partout je l'ai vue intercalée dans les schistes et calcaires à Bélemnites, dont 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 et même de la chlorite, de la serpentine, de l'épidote (1), etc., ne fait aucunement effervescence dans les acides. Mais cette pâte contient fréquemment 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 complétement avec les calcaires dans lesquels elle se trouve intercalée; absolument comme les vakes d'Auvergne se lient au calcaire lacustre, dont elles ne sont qu'une modification, par l'influence des masses basaltiques qui l'ont traversé (2).

Le gisement du spilite le plus connu des géologues et le plus facile à visiter est celui de Champs près Vizille. Là, une bande de spilite, formée par plusieurs masses alignées parallèlement à la direction des Alpes orientales, se trouve en connexion, et à une

(1) Description de M. Scipion Gras, *Bulletin*, t. II, p. 425

(2) *Mémoire sur les volcans d'Auvergne*, 2e série des *Mémoires de la Société géologique*, t. I.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

distance de 40 à 50 mètres, d'un côté avec une bande de calcaire magnésien très bouleversée, et de l'autre avec une bande de gypse, qu'elle va même toucher à son extrémité orientale (*fig* 5). Il est probable que ces diverses altérations du calcaire sont le résultat d'une même cause. Maintenant quelle est cette cause; c'est ce qu'il est difficile de décider à Champs, à la Gardette, au pont de Cognet près la Mure, à Aspres-les-Corps, où l'on observe une liaison tellement intime entre le calcaire et le spilite, qu'il y a bien des raisons pour regarder cette dernière roche comme du calcaire métamorphique. Cependant à Champs, certaines masses offrent tous les caractères des roches d'éruption; mais les cultures qui couvrent le sol cachent le contact des diverses roches.

Entre Aspres et Corps, le spilite a pris un grand développement dans le fond de la vallée du Drac. Il y a encore ici une grande confusion; mais, au pont de Baufin, 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. Près de ce pont, on voit parfaitement bien comment la roche plutonique s'est introduite dans le calcaire, dont elle a fortement relevé les couches en les altérant dans le voisinage du contact. Ici le calcaire est devenu celluleux et magnésien; il est pénétré par la matière éruptive, qui en contient elle-même une notable quantité en noyaux et en petites veines. On comprend ici comment le spilite a pu se former par l'introduction dans le calcaire de la matière feldspathico-pyroxénique, ainsi que des vapeurs qui accompagnaient son éruption. Ce phénomène est absolument le même que celui de la formation des vakes d'Auvergne. Le pont de Baufin est le seul point qui m'ait présenté les faits comme je viens de les rapporter; mais il doit certainement en exister d'autres où ils se montrent de la même manière. Dans toutes les localités qui présentent des spilites, doivent se trouver, à une petite profondeur, quand elles ne paraissent pas au jour, des masses de la roche plutonique dont nous venons de parler, et dont l'arrivée à l'état de fusion, au milieu des calcaires, a produit médiatement et immédiatement toutes les modifications qu'ils présentent aujourd'hui.

Il est généralement admis que les gypses de Champs, de Vizille, du Valbonnais, etc., sont le résultat de la transformation du calcaire à Bélemnites en sulfate de chaux par une action postérieure au dépôt de ce même calcaire. La stratification du calcaire, encore bien conservée dans les masses de gypses, les marnes

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

qui séparent les strates très reconnaissables dans les schistes gypseux de diverses couleurs placés entre les bancs de gypse, enfin des portions de calcaire magnésien restées dans ces bancs eux-mêmes et se fondant avec le gypse, Champs, Vizille, etc., en sont des preuves complètes. Mais les géologues sont loin d'être d'accord sur l'époque à laquelle cette transformation s'est opérée.

A Champs, il paraît assez clair que les dolomies, les gypses et les spilites sont le résultat de la même action : mais dans d'autres endroits qui présentent le spilite (la Gardette, Aspres, Baufin), il n'y a pas de gypse, et réciproquement (Vizille, le Valbonnais). Mais partout où il y a des spilites ou des gypses, il y a des dolomies, et l'on observe dans les calcaires et les schistes argileux qui alternent avec eux, des altérations très analogues. Il est donc extrêmement probable que ces trois roches ont une même origine. Maintenant, le spilite est de formation très récente : le dyke du pont de Baufin a traversé les alluvions anciennes du fond de la vallée. Plusieurs géologues placent la formation du spilite dans les derniers temps de la période tertiaire. Quant à moi, je suis porté à ranger dans l'époque basaltique la roche pyroxénique de Baufin, et, par suite, toutes les masses de spilite dont il vient d'être question.

Si l'on prolonge vers l'orient la grande bande d'éruption basaltique du Cantal et du Velay (*voyez* la carte des mines), elle vient passer entre Grenoble et Corps, où se trouvent les roches métamorphiques et plutoniques dont nous venons de parler. Or comme j'ai essayé d'établir, dans mon travail sur les volcans de l'Auvergne, que l'existence de cette grande bande d'éruption était étroitement liée au soulèvement de la chaîne principale des Alpes, je pense que la formation des spilites, celle des gypses, ainsi que l'éruption des roches ignées qui les accompagnent, doivent être rapportées à la même époque géologique : des traces de dislocations parallèles à l'axe des grandes Alpes existent entre Grenoble et Corps, ainsi qu'on peut le voir sur la carte géologique de France.

Comme la partie de la chaîne des Alpes dont nous nous occupons présente des traces de dislocations de quatre époques, ainsi qu'il sera établi plus bas, il est clair qu'à chacune de ces époques devant correspondre des éruptions ignées, et par suite des phénomènes de métamorphisme, on ne peut savoir exactement si une roche métamorphique a été produite dans une de ces deux époques, ou si elle est le résultat des actions qui se sont succédé dans chacune. Cette singulière formation carbonifère, dont les ro-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

chès offrent tant de rapports avec celles des terrains anciens, a dû éprouver une série de modifications; mais à Champs, Vizille, Aspres et Baufin, les modifications sont très récentes, et paraissent uniquement dues à la cause qui a produit les spilites.

Le long du chemin qui conduit au sommet culminant de la montagne de Conex, au-dessus de Notre-Dame des Vaux, il existe dans les schistes et calcaires à Bélemnites plusieurs veines de gypse dont l'épaisseur varie, accompagnées de petits filons de quarz. Dans le voisinage de ces veines, à 3 ou 4 mètres seulement de distance, les schistes calcaires sont ardoisés et même micacés sur quelques points. Ce fait établit une liaison entre la formation des gypses et celle des ardoises de la contrée. Sur le passage de ce filon de quarz, les schistes calcaires sont toujours plus ou moins ardoisés, absolument comme dans le petit Atlas en Algérie. Cette formation calcaréo-argileuse des Alpes dauphinoises est absolument la même que celle qui constitue la grande masse du petit Atlas dans les provinces d'Alger et d'Oran, décrite dans mon ouvrage sur l'Algérie. Les schistes et les calcaires à Bélemnites ont le même facies et présentent des altérations semblables dans les Alpes et en Afrique. Seulement, de l'autre côté de la Méditerranée, je n'ai point trouvé de gypse, et les veines de quarz sont plus nombreuses qu'en Europe (montagnes de Beni-Sala). La chaîne de Mouzaïa nous a présenté des minerais de cuivre dans une gangue de quarz et de barytine : les mêmes minerais, avec la même gangue, sont communs en Dauphiné aux environs de Mens, surtout dans la montagne de Letau. Les ardoises calcaires des environs de Vizille et du Valbonnais, de l'Oisans, de la Grave, etc., sont absolument les mêmes que celles de Bélida, exploitées dans les montagnes de Beni-Sala et de Beni-Misera.

La formation calcaréo-schisteuse à Bélemnites des Alpes offre aussi de grands rapports avec la masse de laquelle on tire la pierre à ciment de Vassy près d'Avallon, décrite dans mon mémoire sur les montagnes qui séparent la Loire du Rhône et de la Saône (1). Dans le département de l'Yonne, les schistes et calcaires à Bélemnites recouvrent les argiles schisteuses supérieures au calcaire à *Gryphea arcuata*, dont ils sont nettement séparés par une assise arénacée remplie de *Gryphea cymbium*, tandis que, vers le haut, ils alternent avec les strates de l'oolite inférieure. Ce fait, joint à la présence du *Gryphea cymbium* au-dessous de la masse de la pierre à ciment de Vassy, m'a engagé à ranger cette masse dans

(1) *Mémoires de la Société géologique*, 1re série, t. IV.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'oolite inférieure. M. de Beaumont regarde celle des Alpes comme supérieure aux couches à *Gryphea arcuata* de Digne; mais il la classe dans la formation du lias (1). J'ai aussi rapporté, il y a quatorze ans, à la partie supérieure du terrain liasique les calcaires et argiles schisteuses du petit Atlas. Nous assignons donc tous les deux la même place dans la série géologique à cette remarquable masse calcaréo-argileuse; je pense seulement, d'après les faits que j'ai observés dans la Bourgogne, qu'elle est plus intimement liée avec l'oolite inférieure qu'avec le lias. Dans les Bélemnites des Alpes, j'ai reconnu les espèces *Ventroplanus* et *Subclavatus*, Voltz, rangées dans le lias supérieur; mais cela ne décide aucunement la question, puisque plusieurs géologues rapportent encore au *lias* les couches de Vassy, bien qu'elles soient supérieures à d'autres remplies de *Gryphea cymbium*. En résumé, que l'on classe dans le lias ou dans l'oolite inférieure la formation calcaréo-argileuse dont il est question, il n'en reste pas moins établi que cette formation se montre, avec les mêmes caractères et une grande puissance, sur une étendue de plus de quatre cents lieues, dans la Bourgogne, dans les Alpes et de l'autre côté de la Méditerranée, où elle constitue la plus grande partie des divers chaînons de l'Atlas, depuis Tunis jusqu'à l'empire de Maroc.

Dans les environs de Vizille, le groupe à Bélemnites s'enfonce sous les alluvions de la vallée de Gresse, en plongeant sous le magnifique escarpement du Vercors, qui borde cette vallée à l'occident. Au pied de cet escarpement, entre Vif et Claix, se montrent des collines escarpées dans une direction parallèle à la crête, composées d'un calcaire compacte jaunâtre ou grisâtre, qui paraît être le prolongement de celui de la Porte-de-France, à Grenoble.

Terrain du grès vert. Les couches de ces collines plongent fortement vers l'ouest, sous la masse du Vercors, dont la puissance dépasse 1,000 mètres, et dans laquelle on distingue deux étages parfaitement tranchés.

Le premier de ces étages, qui forme souvent à lui seul plus de la moitié de l'escarpement, se compose d'une alternance régulière de strates presque d'égale épaisseur, d'un calcaire marneux bleuâtre, et de marnes un peu plus foncées, le tout plongeant vers l'ouest, sous un angle de 10 à 15°. Cet étage marneux, contenant en abondance l'*Exogyra sinuata* et le *Spatangus retusus*,

(1) *Note sur un gisement de végétaux fossiles*, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

doit être rapporté au terrain du grès vert, comme le supérieur avec lequel il est lié.

Au-dessus de la masse calcaréo-marneuse vient une assise d'un calcaire compacte jaunâtre ou bleuâtre, dont la puissance dépasse 500 mètres. La stratification de cette assise est tourmentée, quelquefois même elle a disparu; mais dans les endroits où elle est marquée, elle concorde parfaitement avec celles de l'étage inférieur; on voit même, sur quelques points (environs de Gresse, montagnes de Châtel, etc.,) les calcaires compactes alterner avec les calcaires marneux. Dans les premiers, cependant, je n'ai retrouvé ni le *Spatangus retusus* ni l'*Exogyra sinuata*; les seuls fossiles qu'ils m'aient présentés sont de petites *orbitolites* et les Bélemnites *semi-caniculatus*, d'Orb., espèce de Bélemnite qui appartient bien au grès vert. Quand j'étais sur les lieux, je ne voyais aucune raison pour séparer les deux étages de la masse qui nous occupe, c'est-à-dire pour mettre l'un dans le terrain néocomien et l'autre dans celui du grès vert, comme l'ont fait quelques géologues. Depuis lors, M. Fitton a montré qu'en Angleterre, une grande partie des fossiles néocomiens du continent se trouvaient au-dessus de l'argile de Weald, dans les couches inférieures du grès vert, et que ce terrain, proclamé avec tant d'emphase par nos palæontologistes du continent comme un groupe distinct, équivalent du weald-clay des Anglais, n'est qu'une portion de celui du grès vert. Les deux étages qui forment le grand escarpement du Vercors, qui sont si bien développés dans la vallée de la Bourne, aux environs de Pont-en-Royans, et le long du cadre sud de la feuille de Vizille, dans les montagnes du Dévoluy, peuvent donc être rangés dans le même terrain, celui du grès vert, ainsi que l'ont fait les auteurs de la carte géologique de France.

Dans les Alpes, le terrain du grès vert présente plusieurs faits curieux que nous allons faire connaître. Vers Grenoble, des portions de divers étages oolitiques, intercalés entre le grès vert et les calcaires à Bélemnites, permettent de croire au développement d'une grande partie des termes de la série jurassique. Mais plus au S., entre Corps et Mens, par exemple, il y a de fortes solutions de continuité : dans plusieurs endroits, les schistes et calcaires à Bélemnites, dont les strates sont presque verticaux, viennent disparaître sous les talus des montagnes du grès vert, dont l'inclinaison des strates est peu considérable. Au pied de la montagne de Chatel, à l'est de Mens, on peut voir une superposition transgressive bien prononcée (*fig.* 6). Il pourrait se faire qu'ici les autres groupes de la série jurassique ne manquassent

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pas plus qu'aux environs de Grenoble, et que, fortement disloqués par les commotions antérieures au dépôt du grès vert, ils fussent cachés dessous; sur plusieurs autres points du pied du Dévoluy, on voit les schistes à Bélemnites très inclinés plonger sous les strates presque horizontaux du grès vert. Bien que dans la formation du grès vert les dislocations aient été moins considérables que dans celle des calcaires à Bélemnites, elles ne sont pas moins très marquées, et présentent des faits qui méritent l'attention des observateurs.

Entre Sassenage et Lans, dans les gorges que traverse la route de Grenoble au Villars-de-Lans, et dans celles qui se trouvent entre ce bourg et la petite ville de Pont-en-Royans, ainsi que dans la plupart de celles de la contrée connue sous le nom de Vercors, les rochers portent des traces parfaitement marquées de l'ancien séjour de la mer, qui, à une époque récente, couvrait le fond des vallées. Ces traces consistent dans une série de sillons profonds (*fig.* 7), absolument pareils à ceux qui marquent la ligne du flot dans les calcaires des Falaises, entre Marseille et Toulon. Ces sillons, qui ont jusqu'à 4 mètres de profondeur, présentent souvent à leur surface des trous de lithophages et beaucoup de cavités semblables à celles produites par l'action des vagues sur les parties tendres des rochers. Ces cavités se remarquent aussi à 2 et 3 mètres au-dessus de la corniche, et cette partie offre une couleur blanchâtre comme sa correspondante sur les côtes de la Méditerranée; en un mot, tout annonce que ces sillons sont bien le résultat de l'action prolongée des vagues sur les rochers. La mer qui les a produits doit être celle dans laquelle s'est déposé le terrain tertiaire dont nous parlons plus bas. Les sillons sont rarement horizontaux sur une grande étendue; ils sont, au contraire, fréquemment inclinés sous un angle qui varie entre 10 et 20°. Il est facile de voir que les parties, aujourd'hui séparées et diversement inclinées sur le même escarpement, ont dû jadis former de grandes lignes horizontales qui marquaient alors le niveau du flot; comme encore maintenant, entre Toulon et Marseille, les nombreuses brisures que nous présentent aujourd'hui ces lignes sont les marques des commotions qui ont disloqué les roches sur lesquelles elles étaient tracées. N'oublions pas de faire observer qu'il n'existe qu'un seul étage de lignes de flot.

A la surface des rochers de la pente inclinée du Vercors on remarque de nombreux sillons se croisant sous divers angles, dont la profondeur, très inégale, dépasse rarement 2 mètres. Ceux-ci sont évidemment le résultat du passage d'eaux acides sorties de l'inté-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rieur de la terre par des ouvertures d'une grande profondeur qui se voient de distance en distance : les travertins, enveloppant des fragments anguleux de calcaire qui gisent au-dessous de ces pentes, ont dû être formés par ces mêmes eaux, qui, dans leur chute, perdant une partie de leur acide, laissaient déposer le calcaire qu'elles tenaient en dissolution.

Sur plusieurs des plateaux fracturés du Vercors, et particulièrement dans le bois de Lente, vers la base de la montagne de Serre-Plumé, il existe une suite de trous coniques semblables à des cratères qui ont souvent 100 mètres de large, et dont la profondeur varie entre 10 et 50 mètres. Les strates calcaires se relèvent souvent autour du trou ; mais quelquefois aussi on les voit plonger dedans ; de nombreux débris de la roche se trouvent accumulés autour ; enfin ces trous coniques offrent les mêmes caractères que les cratères d'explosion d'Auvergne et d'Italie. Le fond de plusieurs de ces ouvertures a un gouffre dans lequel les eaux se précipitent, comme dans les katavotrons de Grèce. Dans ceux qui n'ont point de gouffre, il doit exister des fentes au-dessous de la pelouse du fond, car les eaux ne s'accumulent dans aucun. Ces ouvertures cratériformes au milieu des calcaires, me paraissent devoir leur formation à l'explosion de masses gazeuses accumulées près de la surface du sol.

Terrains tertiaires. Au pied de cette grande falaise des calcaires du grès vert, qui s'étend depuis le coude de l'Isère, à Moirans, jusqu'au Crest, sur la Drôme, en courant N. 35° E., gît un dépôt tertiaire marin exactement le même que celui qui remplit les intervalles entre les chaînes de l'Atlas de Barbarie, et forme les collines des environs d'Alger. Ce terrain, que l'on sait être le même que celui des collines subapennines, est composé de deux étages : des marnes bleues peu riches en fossiles, recouvertes par une masse plus ou moins épaisse de macignos et sables, avec quelques bancs calcaires, remplie d'Ostracées, *O. elongata*, *O. Virginica*, de *Pecten*, de *Clipéastres* et de *Coraux*, de mêmes espèces que ceux des collines subapennines, au milieu desquels on trouve quelques dents de *Squales*. Ce terrain est recouvert par des assises de cailloux roulés provenant des roches voisines qui ont été disloquées avec lui, et plongent vers divers points, sous des angles qui varient entre 8 et 15°. Le terrain tertiaire dont nous parlons ne s'élève qu'à une petite hauteur sur le versant O. des Alpes dauphinoises ; nulle part il n'existe sur les crêtes ni sur les plateaux du grès vert ; mais il occupe le fond de la vallée du Vernaison dans le Vercors, il dépasse le village de Saint-Martin-le-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Colonel, dans la vallée de la Rivière. Les sables et macignos supérieurs ont pris un très grand développement dans la partie inférieure de cette vallée, entre Saint-Nazaire et Pont-en-Royans. Sur la carte géologique de France, le terrain tertiaire est indiqué à l'E. du Vercors, dans les vallées du Grand-Buech et de la Soulouaze, où il recouvre le grès vert.

La présence du terrain subapennin dans le fond de ces vallées, et non sur le sommet des montagnes qui les comprennent, démontre le séjour prolongé de la mer dans ces contrées, lorsque les montagnes du grès vert étaient déjà formées, et c'est durant ce séjour que les vagues ont creusé dans les calcaires les lignes dont nous avons parlé plus haut. Cette mer a dû se retirer subitement, d'un seul coup, probablement dans la catastrophe qui a élevé la chaîne des grandes Alpes, ce qui est annoncé par l'existence d'un seul étage de lignes de flot : si la mer se fût retirée lentement, on verrait plusieurs lignes de flot placées les unes au-dessus des autres. La même remarque s'applique au niveau actuel de la Méditerranée : sur les Falaises entre Marseille et Toulon, que je suis allé étudier en sortant des Alpes, on ne voit qu'un seul étage de sillons creusés par le flot; celui dans lequel il bat encore maintenant.

Terrain diluvien. — Toutes les grandes vallées de la feuille de Vizille, celles du Drac, de la Romanche, de la Gresse, etc., offrent, sur leur fond, des masses de cailloux roulés avec couches de sable et d'argile dont la puissance dépasse souvent 60 mètres. Ces masses sont assez régulièrement stratifiées; les débris qui les composent proviennent des roches de la vallée et des montagnes voisines. La stratification, souvent horizontale, est aussi quelquefois inclinée; entre Vizille et le pont de Claix, par exemple, ces masses de cailloux, rongées par les eaux et les influences atmosphériques, offrent des formes singulières; au-dessus et d'Avignonet, dans la vallée du Drac, on en voit une qui représente un château féodal flanqué de tours.

Lignes de dislocations. — Les Alpes dauphinoises présentent plusieurs lignes de dislocations parfaitement marquées, parallèles à quatre de celles établies par M. E. de Beaumont, dans la grande masse des Alpes. Ces lignes se rapportent aux systèmes du Mont-Viso, de la Corse, des Alpes françaises et des Alpes orientales.

1° Une grande crête, formant le prolongement de celle du Mont-Viso, s'étend depuis Briançon jusqu'au-delà du col du Chardonnet; une ligne parallèle de points élevés se montre du côté

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de la vallée dans le massif du Pelvoux. Le flanc occidental de la vallée de l'Oisans présente aussi une crête parcillement dirigée, ainsi que le prolongement de l'escarpement du Vercors entre la montagne d'Avert et le Mont-Aiguille.

2° Les crêtes courant N.-S., c'est-à-dire parallèles à la direction de la Corse, sont bien marquées dans la partie occidentale de la feuille de Vizille, d'où elles se prolongent jusqu'à la chaîne du Jura. Toute la portion de la grande crête du Vercors comprise entre le Mont-Aiguille et le Moucherolle appartient à ce système; la grande crête du Dévoluy court aussi N.-S.; celle-ci, prolongée, va rencontrer des chaînons N.-S. depuis Chambéry jusqu'au lac Léman.

3° Des deux côtés de la belle vallée du Grésivaudan, des crêtes et des séries de sommets courant N. 35° O. s'élèvent à plusieurs mille mètres au-dessus du fond. A l'orient, la crête des Alpes françaises, couverte de neiges et de glaces éternelles, se prolonge majestueusement dans la même direction jusqu'au Mont-Blanc, où elle va se croiser avec celle des Alpes principales. A l'occident, les crêtes calcaires, qui s'alignent avec celles de la vallée de l'Arti, s'alignent aussi avec la portion de l'escarpement du Vercors comprise entre la montagne de l'Arc et la Moucherolle. Plus à l'occident, la crête des Penets, dirigée de la même manière, prolongée, va rencontrer des chaînons courant également N. 35. E. entre Moirans et Chambéry, entre Chambéry et Annecy.

4° Entre le superbe sommet de la Belle-Done et le coude de la Romanche, au-dessus de Vizille, il existe un chaînon dont l'altitude dépasse 2,800 mètres, et dont l'axe, faisant avec le méridien un angle de 68°, est sensiblement parallèle à celui des Alpes principales. La direction de ce chaînon va tomber sur la crête du Vercors, droit au sommet de la Moucherolle. Une autre suite de crêtes, qui vient de l'Oisans, rencontre sur son prolongement les sommets de Taillefer, de la Serre, de Bramparine, et vient couper la crête du Vercors à son point le plus élevé, le Grand-Veymont, dont l'altitude est de 2,350 mètres (*voyez* la carte géologique de France et Cassini).

A la Moucherolle se croisent trois grandes directions, la Corse, les Alpes françaises et les Alpes principales. Ici il y a une brisure fortement marquée dont la crête est un point de maximum d'élévation. Il en est de même au Grand-Veymont et au Mont-Aiguille, son voisin, où la direction du Mont-Viso est coupée par celles de la Corse et des Alpes principales. Au point de rencontre, il existe une coupure profonde avec une forte flexion de la crête N.-S.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Dans la grande crête des Penets, on peut observer les phénomènes analogues, et particulièrement à la montagne de Pierre-Chauve; enfin, sur plusieurs autres points de la contrée, Belledone, Taillefer, etc. Ce que nous voulons montrer ici, c'est que sur les points où viennent se croiser deux, ou plus grand nombre de lignes de dislocations, il y a brisement, contournement et exhaussement notables des crêtes, comme dans les massifs du Cantal et du Mont-Dore d'Auvergne.

Avant de terminer ce qui a rapport aux lignes de dislocations, faisons remarquer que les gypses de Vizille, les gypses et les spilites de Champs, se trouvent sur le passage de la ligne qui joindrait la Belledone à la Moucherolle; que, sur la direction de Taillefer, la Serre, le Grand-Veymont, se trouvent également les spilites de la Gardette et celles des environs de la Mure. Ce n'est donc pas sans quelques raisons que j'incline à rapporter les phénomènes qui ont produit ces roches métamorphiques à l'époque du soulèvement de la chaîne principale des Alpes, à laquelle j'ai montré, dans un autre travail, que devait être rapportée la grande masse des éruptions basaltiques de l'Auvergne.

Résumé et conclusions.

Il résulte, de ce qui a été exposé dans cette note, que la partie des Alpes dauphinoises sur laquelle nous avons étendu nos opérations géodésiques en 1843 présente :

1° Un terrain schisteux pénétré par une quantité de roches feldspathiques et quarzeuses, dont l'introduction à travers les siennes en a tellement modifié les différentes parties, qu'elles ont plus ou moins complétement 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.

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 paraissent être en rapport avec le soulèvement de la chaîne principale des Alpes, comme les éruptions basaltiques de l'Auvergne. Les dépôts an-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

thraxifères que renferme ce terrain, et qui se trouvent au moins à la partie inférieure, semblent le lier intimement au précédent; quelques géologues admettent même que les deux groupes ne constituent qu'une seule formation, dont le métamorphisme des roches aurait été plus complet dans certaines parties que dans d'autres. Quant à moi, je pense qu'ils doivent être séparés et reportés, 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 portions de la feuille de Vizille, ce groupe est recouvert transgressivement par celui du grès vert, qui présente deux étages. Ces deux étages doivent être réunis dans un même groupe Les calcaires de l'étage supérieur portent des marques de l'ancien niveau de la mer dans les vallées, des traces du passage de grands courants d'eaux acides, et de l'explosion de masses gazeuses accumulées près de la surface du sol.

4° Un terrain tertiaire, tout-à-fait identique avec celui des collines subapennines et celles de l'Atlas de Barbarie, couvre le fond des vallées et le pied des contre-forts du versant occidental des Alpes dauphinoises. Les strates de ce terrain sont notablement dérangées, ainsi que les couches de cailloux roulés qui les recouvrent.

5° Enfin, des masses de cailloux roulés stratifiées, composées de débris des roches voisines, gisent dans le fond des grandes vallées. Plusieurs de ces masses ont leurs strates notablement inclinées.

Le dérangement des couches de cailloux roulés, la roche pyroxénique qui les a traversés au Pont-de-Baufin, annoncent des bouleversements postérieurs à ces dépôts, et par conséquent en rapport avec les chaînons parallèles à la direction de la grande chaîne des Alpes orientales. C'est à cette même époque qu'ont dû être produits les gypses, les spilites et les dolomies qui les accompagnent. 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. C'est aussi aux divers croisements des grandes lignes de dislocations de toutes les époques que cette contrée doit les grands accidents orographiques qu'elle présente.

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 par-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ties 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 (1).

Un autre fait non moins digne de l'attention des géologues, c'est la grande analogie qui existe entre la constitution géognostique de nos Alpes et celle de notre petit Atlas de Barbarie; on voit les mêmes terrains se succéder de la même manière dans l'une et l'autre contrée : au S. de la Méditerranée, la formation calcaréo-argileuse à Bélemnites offre aussi une puissance et un développement considérables; les schistes talqueux et micacés inférieurs se montrent sur plusieurs points de la côte algérienne et dans les montagnes du Jura; Boblaye a reconnu le terrain crétacé inférieur sur une grande partie de la surface du sol, dans la province de Constantine. Le terrain tertiaire subatlantique, qui remplit les intervalles entre les divers chaînons de l'Atlas, constitue certainement aussi le sol du grand désert de Sahara; il occupe donc une bien plus grande étendue en Afrique qu'en Europe. La surface des plaines et le fond des grandes vallées offrent des assises de cailloux roulés dont les matériaux sont partout en rapport avec la nature minéralogique des montagnes voisines. Enfin, sur divers points du littoral, des roches ignées (trachytes) ont traversé les calcaires à Bélemnites et les dépôts tertiaires les plus récents, dont les strates sont disloquées, sur la côte et sur le continent.

A l'occasion de cette lecture, M. Gras dit qu'il n'a jamais vu le granite en filon dans le Dauphiné; qu'il y est très rare et n'est qu'une variété de la protogine; qu'en conséquence il n'a pas une origine plutonique; c'est une roche stratifiée. Il pense de même de l'eurite, que, dans certains cas, il a trouvée superposée aux roches talqueuses. La discordance des schistes talqueux et du terrain à bélemnites, suivant lui, n'est qu'apparente. Il a vu les premières de ces roches reposer sur les secondes, et il est convaincu qu'elles n'en sont qu'une modification. Il pense, avec M. Rozet, que les spilites ne sont aussi qu'une modification du calcaire, car

(1) *Voy.* mon travail sur les inégalités du globe, t. I de la 2e série des *Mémoires de la Société.*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

il a vu les spilites en stratification concordante avec les roches précédentes.

M. Sismonda, de son côté, dit aussi que l'alternance des schistes argileux à bélemnites et des grès cristallins est un fait très commun de ce côté des Alpes, plus commun encore de l'autre côté. Il persiste dans l'opinion qu'il a émise depuis longtemps, que les schistes à bélemnites et à empreintes végétales ne doivent pas être placés plus bas que le lias dans l'échelle géognostique; que s'il avait à modifier sa manière de voir sur ce point, il préférerait rapporter ces schistes à des étages jurassiques plus récents, plutôt que de les faire descendre au-dessous du lias.

M. Michelin lui demande pourquoi, dans la détermination de l'âge géologique des schistes à empreintes végétales et à bélemnites, il s'arrête uniquement aux inductions tirées de la présence des bélemnites et des ammonites, et ne tient aucun compte de celle des végétaux, qui ont été reconnus pour des espèces du terrain houiller. Il avait paru 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 point 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, que l'on a cru observer, par un renversement de roches ou un *plissement* qui aurait eu lieu sur une grande échelle? Cette explication aurait l'avantage de ne pas attaquer directement un principe généralement admis en géologie.

M. Gras lui répond que les alternances des schistes à bélemnites et à empreintes végétales ne s'observent pas dans un point isolé des Alpes, mais dans un grand nombre de localités; que ce fait a été déjà reconnu par des géologues d'un très grand mérite; enfin, que ces derniers n'y ont trouvé aucun indice des *plissements* par lesquels on cherche à expliquer ces alternances.

M. Agassiz demande si l'on trouve à la fois les empreintes et les bélemnites dans une même couche.

M. Sismonda répond affirmativement qu'il les a observés sur une longueur de vingt-cinq à trente lieues; qu'il n'a ja-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

mais rien vu qui permît de soupçonner les *plissements* dont on a parlé.

M. Favre appelle l'attention de la Société sur l'explication que l'idée d'un *plissement* pourrait fournir, idée qu'il a émise dans un mémoire publié il y a trois ans. Il cite pour exemple un *plissement* singulier qu'il a observé au mont Vergy, montagne située au S de Bonneville, et dont l'effet est de présenter le calcaire à Hippurites superposé aux roches à Nummulites, celles-ci au flysch, et enfin le flysch au premier calcaire à Hippurites. Ce plissement fait donc paraître les roches à Nummulites et le flysch dans un ordre renversé, et disposé en stratification concordante entre deux couches à Hippurites.

A cette occasion, M. Chamousset signale aussi plusieurs phénomènes analogues dans les formations alpines, supérieures aux schistes et aux grès à anthracites. Aussi, en gravissant l'escarpement de la montagne de Biliemme, entre le village de ce nom et celui de Saint-Jean-le-Chevelu, on trouve la série suivante de bas en haut. Le calcaire blanc à Hippurites et à *Cama ammonia* semble plonger sous l'oolite ferrugineuse et les autres étages de l'oxford-clay (fig. *a*); ceux-ci s'enfoncent sous la couche corallienne qui forme le sommet de la montagne. Sur le penchant E. de celle-ci, le coral-rag est recouvert par la formation néocomienne. Ces anomalies apparentes peuvent, en certains cas, induire en erreur. M. Chamousset reconnaît cependant n'avoir 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, qui a parcouru les Alpes dans tous les sens, assure également que les *plissements* dont on a parlé n'existent dans ces contrées, ni dans le lias, ni dans les roches inférieures au lias.

M. Gras ajoute enfin qu'on ne peut avoir l'espérance de voir vérifiée par l'expérience l'ingénieuse hypothèse des *plissements* dans la question des schistes à bélemnites et à empreintes végétales, et que l'on peut s'en reposer avec sécurité sur l'exactitude des observations déjà faites dans la Taren-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

taise, la Maurienne et le Dauphiné, par des observateurs aussi habiles que MM. Élie de Beaumont, Fournet, Sismonda, etc.

M. Agassiz envisage principalement la question sous le point de vue palæontologique. 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 ne veut d'ailleurs admettre aucun doute sur l'exactitude des déterminations de MM. Deshayes et Ad. Brongniart.

MM. Michelin, Virlet et Dubois continuent encore la discussion pendant quelques instants. Ce dernier cite l'observation, faite par lui en Tartarie, d'un grès à couches contournées présentant, sur une très grande échelle, une nombreuse succession de plis d'une régularité parfaite, et offrant par conséquent des retours successifs des mêmes séries de couches.

M. Virlet objecte qu'il lui paraît impossible que des observateurs aussi expérimentés et aussi attentifs que MM. El. de Beaumont 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 que celle dont il s'agit; lorsque d'ailleurs 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 du fait. Il convient donc d'ajourner la discussion, qui lui paraît tout au moins prématurée, jusqu'après la visite des lieux et la constatation des faits.

M. Lardy termine cette séance par la lecture d'un *Mémoire sur la partie de la chaîne du Jura comprise dans le canton de Vaud*, dont il a donné l'analyse suivante:

La portion de la chaîne du Jura suisse, qui fait partie du territoire du canton de Vaud, s'étend depuis la frontière de France,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

au-dessus de Crassier, dans le pays de Gex, presque au *Creux-du-Vent*, dans le canton de Neufchâtel, ce qui fait une longueur de 14 lieues de Suisse; sa largeur varie entre 2 à 4 lieues. Elle occupe environ un quart de la surface du canton.

Elle forme plusieurs chaînes parallèles, dont la plus élevée est celle qui est la plus voisine du lac Léman. Le faîte de cette chaîne est élevé de 3,800 à 4,000 pieds au-dessus de la mer.

La Dôle, qui a 1681 mètres, est la sommité la plus haute du Jura vaudois; après celle-ci, vient le mont Tendre et le Suchet.

La direction de la chaîne est à peu près de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O.

Le relief actuel de cette partie du Jura est dû à un soulèvement qui a agi dans cette même direction.

En général, les couches sont parallèles aux deux versants de la chaîne; elles sont ordinairement dans une situation fortement inclinée, et quelquefois complétement verticales.

Outre le soulèvement général de la chaîne, il y a eu des soulèvements partiels ou des éruptions locales qui ont formé des criques ou des espèces de cratères d'éruption; ceux de la Dôle et de Vallorbe sont les plus remarquables.

La belle théorie de M. Thurmann est entièrement applicable au Jura vaudois; on y trouve des soulèvements du premier et du deuxième ordre.

Cette chaîne se compose essentiellement du premier et du second étage jurassique, c'est-à-dire du calcaire portlandien, des marnes kimméridiennes, du calcaire à Nérinées, du calcaire corallien et des marnes oxfordiennes. On y trouve cependant des couches qui appartiennent à la partie supérieure de la grande oolite, notamment la dalle nacrée, et du calcaire roux, sableux. L'existence de la grande oolite n'est pas encore parfaitement constatée; mais il est probable qu'on parviendra à s'en assurer. Le calcaire portlandien est caractérisé par ses Nérinées, par ses Térébratules et des Huîtres; les marnes kimméridiennes le sont par des Ptérocères et des Pholadomies; les marnes oxfordiennes par des Ammonites, des Pholadomies et des Unios; la dalle nacrée par des Pentacrinites.

Le calcaire néocomien recouvre en grande partie le pied du versant méridional et oriental du Jura vaudois, et forme une zone qui, dans quelques endroits, a presque deux lieues de largeur. Il se retrouve aussi sur plusieurs points, dans l'intérieur de la chaîne, ainsi au Marchessi et à la vallée de Joux, il renferme à peu près les mêmes fossiles que le néocomien neufchâtelois: on y trouve

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des Diceras, mais qui paraissent appartenir à une couche particulière.

3e *Séance du* 16 *août*,

à 6 heures du soir.

PRÉSIDENCE DE Mgr RENDU.

M. le chanoine Landriot lit le procès-verbal de la séance de 10 heures du matin, et M. le chanoine Chamousset celui de la séance de 2 heures.

M. de Tchihatcheff continue la lecture de son *Mémoire sur la constitution géologique de l'Altaï*. Voici le résumé de son travail, donné par lui-même :

Le mot d'*Altaï*, tel qu'il est généralement employé, est une dénomination aussi vague sous le point de vue topographique que contraire au sens qu'y attachent les indigènes. En me servant de ce nom dans son acception la plus étendue, il me suffira de faire observer que je l'applique à la contrée montagneuse située entre les 79° et 86°, 20′ de longitude est (de Paris), et entre les 49° et 52° 30′ de latitude boréale, en me réservant de motiver, dans un ouvrage spécial que je publierai incessamment sur ces contrées, la délimitation dont je viens d'indiquer seulement, et d'une manière approximative, les points astronomiques, attendu que l'énumération des localités qui représentent les limites en question, ainsi que l'indication des chaînes de montagnes qui composent le massif de l'Altaï, offriraient le grave inconvénient de produire une longue série de noms, pour la plupart encore inconnus dans la géographie, et ne possédant conséquemment aucune valeur sans l'aide d'une carte (1). En désignant par le nom d'*Altaï* la contrée comprise entre les points astronomiques sus-mentionnés, nous aurons un massif d'à peu près 800 kilomètres de longueur, sur près de 350 kilomètres de largeur ; massif hérissé de montagnes et sillonné par un grand nombre de cours d'eau dont plusieurs laissent derrière eux non seulement les plus grands fleuves de l'Europe et de l'Asie méridionale, mais encore peuvent prétendre aux

(1) Un atlas in-folio, composé de huit cartes, destiné à accompagner mon ouvrage, est sur le point d'être achevé.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

premières places dans le système hydrographique du monde connu (1).

Le fleuve principal de l'Altaï est sans contredit l'*Ob*, dont les immenses ramifications embrassent comme d'un réseau labyrinthique toute la surface de cette vaste contrée, et parmi lesquelles les rivières suivantes se font particulièrement remarquer par leur étendue et le nombre de leurs affluents : l'Irtysch, la Katoune, la Biya, le Tchoumysch, la Tom, l'Inia, l'Aleï et le Tscharysch. Une particularité remarquable, mais dont le nombre trop circonscrit d'observations ne permet point de rendre compte actuellement, c'est que dans la plupart des rivières qui parcourent non seulement l'enceinte de l'Altaï proprement dit, mais encore le domaine du système des Sayanes (comme par exemple le fleuve Jenisseï), le niveau des deux rives présente un contraste plus ou moins prononcé, et l'élévation de la rive droite est considérable comparée à la hauteur de la rive gauche. Parmi une foule de localités qui présentent ce phénomène, on peut citer la ville de Biisk, située sur la rive droite (*élevée*) de la Biya, le village Bannovo (sur la Tom), celui d'Illinsk (*ibid.*), la ville d'Oustkamenogorsk (sur l'Irtysch), celle de Minousinsk (sur le Jenisseï), le village Sézime (*ibidem*), la partie du Jénisseï comprise entre les villages Yazagach et Sézime, le poste cosaque d'Abakane (sur l'Abakane), l'embouchure de l'Abakane, près du village Mardachou, le poste cosaque de Choulbinsk (sur l'Irtysch), etc. Ce phénomène, qui semble se répéter même dans la Sibérie septentrionale, où M. l'amiral Wrangel le fait observer sur la rivière Anoui, se reproduit également dans la Russie européenne, puisque l'élévation de la rive droite du Volga contraste presque partout avec le niveau peu considérable de la rive opposée; c'est ce

(1) C'est ainsi que l'Ob, qui n'est pas le plus grand fleuve de la Sibérie, tout en ayant à peu près 5,300 kilomètres de longueur, n'est surpassé, en Amérique, que par le fleuve des Amazones (4,600 kilom.) et le Mississipi (4,445 kilom.), et ne trouve d'autres vainqueurs dans l'Asie méridionale et l'Afrique que le Yang-Tse (4,660 kilom.) et le Nil (4,222 kilom.). A côté de ces artères puissantes qui sillonnent le corps gigantesque du colosse sibérien, nos plus splendides fleuves de l'Europe ne se présenteraient donc que comme autant de modestes veinules qui colorent à peine la surface polie d'une statuette de marbre. Auprès du Jenisseï, par exemple, qui a 3,500 kilomètres de longueur, que sont le Rhin (1,467 kilom.), l'Elbe (1,200 kilom.), la Vistule (1,155 kilom.), ou même les ondes classiques de l'Indus (2,700 kilom.), du Gange (2,600 kilom.) et de l'Euphrate (2,500 kilom.)?

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

qu'on voit entre autres lieux à Nijni-Novogorod, à Kazan, à Simbirsk, à Saratoff, etc.

1. Lorsqu'on considère la direction principale des cours d'eau qui sillonnent la vaste enceinte de l'Altaï, on observe qu'elle présente fréquemment une concordance assez prononcée avec le double type de la direction orographique et stratigraphique qui caractérise ces contrées. En effet, non seulement une grande partie des fleuves, rivières et torrents y coulent du S.-E. au N.-O., et du S.-O. au N.-E., mais encore on y remarque que la première direction domine dans les contrées caractérisées par une direction orographique et stratigraphique exactement semblable, et que j'ai désignées par le nom d'Altaï occidental, tandis que la seconde direction prévaut dans l'Altaï oriental (comme par exemple dans les rivières d'Abakane, de Kentighir, d'Alach, du Youss, de l'Ourup, etc.), où elle se manifeste également dans les phénomènes orographiques et stratigraphiques. A côté de ces deux directions principales, il en existe une troisième qui parfois ne se présente que comme une modification de la direction du S.-E. au N.-O., mais qui cependant coupe souvent cette dernière sous un angle plus ou moins considérable; c'est celle du S.-S.-E. au N.-N.-E.: or, c'est précisément le cas de l'Ob, fleuve principal de l'Altaï, ainsi que de plusieurs de ses affluents, comme l'Aleï, l'Arhhyte, le Tchoulischmane, le Bachkaous, etc. On pourrait en quelque sorte expliquer ce phénomène en considérant qu'une grande partie des volumes d'eau actuellement existants dans l'Altaï sous forme de rivières se trouvaient peut-être encaissés, comme autant de bassins fermés, dans les cavités et les fissures déterminées par les phénomènes des soulèvements et des irruptions, et que, dans la suite des temps, les eaux, rompant leurs digues, se sont écoulées dans le sens de la pente la plus rapide. Or le massif de l'Altaï s'incline sensiblement soit du S.-S.-E. au N.-N.-O., soit du S.-S.-O. au N.-N.-E., ainsi que le prouve d'ailleurs le plongement dominant des couches : aussi la majorité des vallées transversales de l'Altaï peuvent être plutôt considérées comme des *vallées d'effraction* que comme des *vallées d'érosion*. Il est vrai que le petit nombre d'observations locales ne permettent point de se prononcer dès aujourd'ui sur les conditions stratigraphiques des montagnes qui servent de bords aux vallées principales de l'Altaï; cependant un plongement des couches en sens inverse caractérise positivement les remparts latéraux de plusieurs des vallées que j'ai eu occasion de parcourir; c'est, entre autres, le cas avec les vallées de la Sčima, de la Tchouya, du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Tchoulischmane et des régions supérieures du Jenisseï. Ce superbe fleuve surtout présente le phénomène de l'*irruption* d'une manière bien grandiose, lorsqu'on le voit se précipiter au milieu des masses menaçantes du *Bome Kemtchik*, qui, par leur bouleversement, attestent plutôt une dislocation violente que l'action progressive de l'érosion. Sous ce rapport, le Jenisseï offre probablement le même phénomène que la majorité des grands fleuves de l'Asie centrale et méridionale, comme, par exemple, le Sir-Daria (le Jaxartès) et l'Amou-Daria (l'Oxus), qui tous deux se fraient un passage à travers le colosse du Bolor; le Surkhab, qui perce le double rempart de l'Hindou-Kouch, l'Indus, le Soutledji et le Bourampouter, qui tous trois coupent l'Himalaya, et dont le premier, après avoir traversé ce géant du monde ancien, continue son cours à travers le rempart du Bolor et du mont de Sel. De quel intérêt ne seraient-elles pas pour le géologue, toutes ces immenses dénudations où la nature semble avoir mis en évidence son sein mystérieux! Malheureusement le cerbère de la barbarie et du fanatisme fera longtemps encore sentinelle auprès de ces localités classiques, pour en écarter l'explorateur européen.

2. En examinant attentivement la distribution des chaînes qui composent le massif de l'Altaï, on y aperçoit deux types assez distincts qui pourraient, sous ce rapport, le faire diviser en deux portions plus ou moins délimitées.

La première portion, que je nommerai l'*Altaï occidental*, embrasse l'espace compris entre le fleuve Ob et la zone septentrionale de la rivière de Katoune, ainsi que les régions qui séparent le Bachkaous de la Tchouya; cette portion se trouve caractérisée par une direction dominante des chaînes de montagnes du N.-O. au S.-E. On la voit plus ou moins distinctement prononcée dans l'alignement général de toutes ces masses désignées dans le pays par le nom de *Belki* ou Alpes.

La seconde portion, que je nommerai *Altaï oriental*, comprend la région située entre la limite des monts Sayanes et le domaine central et méridional de la rivière de Katoune. Dans cette portion, la direction des montagnes s'éloigne de plus en plus de celle qui domine dans la précédente. A mesure qu'elles approchent du grand plateau de la Tchouya, que l'on peut considérer comme le point de séparation entre le système de l'Altaï et celui des Sayanes, elles se relèvent graduellement vers l'est, et finissent par s'aligner soit presque parallèlement aux méridiens, soit dans la direction du N.-E. au S.-O., tendance que l'on voit se prononcer assez distinctement dans les chaînes de Saïlouguème,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'Irène-Karagaï, de Toungoun-Taïga, de Tendicheli, de Gorbou, de Chabina Dabahane, dans les monts de Kouznetzk, dans la partie de la chaîne des monts de Téletzk, dont le revers oriental donne naissance aux affluents de la rive droite de l'Abakane, etc. Il n'est pas sans intérêt d'observer que c'est précisément sur le point de contact entre les deux grands points orographiques que l'on remarque ces contours demi-circulaires, ces lignes tortues et plissées qu'y affectent plusieurs chaînes de montagnes. C'est ainsi que dans la steppe de Tchouya j'ai observé cette disposition en amphithéâtre dans une longue série de hauteurs composée de *thonschiefer*. D'ailleurs un coup d'œil sur une carte exacte de ces contrées fera aisément apprécier ce caractère de contournement remarquable que présentent plusieurs chaînes situées dans la région dont il s'agit, caractère qui s'y trouve reproduit quelquefois d'une manière si singulière, et sur une échelle si grandiose, que l'on voit souvent des crêtes considérables se replier sur elles-mêmes, soit en forme de croissant, soit en cirque oblong presque fermé, servant de ceinture à une dépression centrale, et figurant en quelque sorte les bords d'un gigantesque cratère dont l'ouverture se trouverait comblée et convertie en une surface plus ou moins plane.

Or, toutes ces masses, qui par leur configuration extérieure sembleraient accuser d'une manière si tranchée une origine ignée, ne sont que d'immenses et monotones *dépôts sédimentaires plus ou moins modifiés :* aussi un des traits dominants de la plastique extérieure de l'Altaï consiste non seulement en une disposition *terrassiforme* des grandes masses qui le composent, mais encore en un certain arrondissement de contours qui circonscrivent ces derniers, et qui n'en font qu'autant d'*intumescences* plus ou moins considérables, phénomène bien propre à faire admettre l'action d'un agent plutonique qui ne s'est point manifesté au *dehors*, car les roches d'origine ignée mises en évidence ne sont pas assez fréquentes dans l'Altaï pour expliquer par leur intervention seule, d'un côté la longue série des *métamorphismes*, et de l'autre, le phénomène remarquable de ces immenses *gonflements* que la croûte neptunienne de ces contrées paraît avoir subis, sans qu'il en soit toujours résulté une perturbation ou un dérangement notable dans la stratification. En effet, on peut observer dans les terrains anciens de l'Altaï plus d'un endroit qui offre l'anomalie apparente d'une horizontalité parfaite, tout à côté de redressements plus ou moins violents, rappelant en quelque sorte un phénomène semblable que présentent les masses calcaires qui entou-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rent les bassins du Hallstaedtersee, du Traunsee et du Kœnigsee dans le duché de Saltzbourg, et où l'on peut observer un mélange frappant de stratification horizontale, de redressement vertical et d'absence complète de stratification quelconque (1). C'est cette disposition d'une grande partie des masses qui constitue l'Altaï en général, mais plus particulièrement l'Altaï oriental, qui est cause de l'absence fréquente de formes hardies et pittoresques, et du développement à perte de vue de ces contours circulaires, de ces lignes droites et sans vie qui fatiguent tant le regard du voyageur, et qui m'ont quelquefois rappelé le même caractère (produit probablement par les mêmes causes) dont se trouve empreinte la fameuse *Sierra-Nevada* en Espagne, masse énorme qui, sur une ligne de plus de 200 kilomètres de longueur, m'avait singulièrement frappé par son aspect triste et monotone. Comme plusieurs montagnes de l'Altaï, la *Sierra-Nevada* forme une longue muraille à sommet aplati, composée de couches horizontales, tandis que, sur les flancs, elles plongent régulièrement au N.-N.-O.; comme sur plusieurs points de l'Altaï, on ne voit point dans la Sierra-Nevada de roches décidément plutoniques; toute la chaîne y est principalement composée de micaschiste et de thonschiefer passant au schiste chlorité, et appartenant probablement au système silurien, dans lequel M. Murchison a cru devoir ranger aussi les Ardennes, dont les renflements monotones et les hautes *fagnes* marécageuses rappellent souvent, quoique sur une échelle infiniment plus petite, plusieurs traits saillants des grands plateaux spongieux de l'Altaï.

3. Le double type que présente l'Altaï sous le rapport *orographique* coïncide parfaitement avec les phénomènes *stratigraphiques*. En effet, dans la portion que j'ai désignée par le nom de l'Altaï occidental, la direction dominante des couches est du N.-O. au S.-E.; dans l'Altaï oriental, au contraire, c'est la direction opposée qui semble l'emporter sur la direction précédente, avec laquelle toutefois elle se trouve fréquemment alliée. Or, c'est précisément ce croisement des axes de soulèvement qui semble avoir produit dans l'Altaï, 1° d'un côté cette espèce de fusion et d'entrelacement ou d'enchevêtrement par lesquels le système des Sayanes se confond presque partout avec celui de l'Altaï proprement dit, et, 2° de l'autre côté, la hauteur considérable à laquelle

(1) *V.* L.-Von Buch, *Geognostiche Beobachtungen auf Reisen*, etc., et Klipstein, *Beitrage zur geologischen Kenntniss der vestlichen Alpen*, p. 20 et 28.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les montagnes de la portion orientale se trouvent portées relativement à la région occidentale, où ce croisement des axes est bien moins fréquent. Aussi le point culminant de tout l'Altaï qui est représenté (au moins selon l'état actuel de nos connaissances) par les *colonnes* de Katoune ou la *Béloûhha*, se trouve précisément dans l'endroit où les deux lignes de direction semblent se rencontrer. De même le lac de Téletzk, également placé non loin de la région de *croisement* des axes de soulèvement, ne doit peut-être sa naissance qu'à cette circonstance même, exactement comme le lac de Titicaca en Amérique, dont l'origine se rattache probablement, comme l'a fait observer M. Élie de Beaumont (1), à la rencontre de deux systèmes qui se croisent dans les Andes.

D'ailleurs l'abondance de lacs profonds, qui se distinguent souvent, comme par exemple le lac Karakol, par des bords abruptes, caractérise éminemment l'*Altaï oriental*, et semble se rattacher à ce croisement des axes de soulèvement dont il s'agit. Au milieu de cette énorme quantité de bassins isolés, je citerai, outre le lac de Karakol, qui rappelle tout-à-fait le lac de Pavin en Auvergne, et celui de Gmunden dans le duché de Saltzbourg, l'immense bassin de Téletzk, encadré presque partout dans une ceinture sourcilleuse de rochers menaçants; la remarquable série de lacs connus sous le nom significatif de Dgildiz-Kol (2), échelonnés sur une ligne de 70 kilomètres de longueur, le lac de Tchoultcha, les deux lacs d'où sort l'Abakane, et qui se trouvent sur un plateau formant le *divortio aquarum*, entre le système du Jénisseï et celui de l'Ob, le lac de Saïkounouch, d'Udikoldine-Bachi et de Samalhy, le Morine-Kol, l'Anduchère-Kol, etc. L'Altaï occidental se présente, au contraire, comme pauvre en lacs, comparativement, car si nous en exceptons le célèbre lac de Kolyvane, on ne pourrait en citer qu'un petit nombre dignes d'être placés à côté des bassins dont je viens de mentionner quelques uns. En revanche, c'est sur l'extrémité occidentale de cette partie de l'Altaï que commence la région de ces traînées de lacs salés qui, tant par leur âge que par le mode probable de leur formation et les propriétés chimiques de leurs eaux, n'ont rien de commun avec ceux qui figurent dans l'enceinte de l'Altaï.

4. Si l'on examine les deux types orographiques et stratigra-

(1) Rapport présenté à l'Académie des sciences sur le Mémoire de M. Al. d'Orbigny, p. 38.

(2) *Dgildiz* signifie, en langue mongole, *étoile*, et *Kol*, *lac* (étoiles de lacs).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

phiques susmentionnés sous le rapport de la place qu'ils pourraient occuper dans l'échelle des treize soulèvements admis par M. Elie de Beaumont, on verra qu'en comparant les directions dominantes de l'Altaï avec celles des systèmes de montagnes de l'Europe méridionale qui, par leur position topographique, se prêtent le plus à un rapprochement de cette nature ; on verra, dis-je, que les neuf systèmes suivants sont les seuls qui offrent quelques points de contact avec les grandes lignes stratigraphiques de l'Altaï (2).

1° Système du Ténare, correspondant dans l'Altaï à E. 23° N. (1).

2° Système du nord de l'Angleterre, correspondant à E. 19° N. (3e soulèvement de M. El. de B.)

3° Système des îles de Corse et de Sardaigne, correspondant à E 15° 6′ N. (10e soulèvement *id.*)

4° Système du Rhin, correspondant à E. 9°, 42′, 5″ N. (5e soulèvement.)

5° Système des Alpes occidentales, correspondant à E. 9°, 49′, 5″ S. (11e soulèvement.)

6° Système de la Côte-d'Or, correspondant à E. 27°, 34′, 5″ S. (7e soulèvement.)

7° Système du Hundsruck, correspondant à E. 28°, 44′, 5″ S. (1er soulèvement.)

8° Système de la chaîne principale des Alpes, correspondant à E. 41°, 20′ 5″ S. (12e soulèvement.)

---

(1) Pour donner aux résultats de cette comparaison un certain degré de rigueur mathématique, j'ai résumé les directions principales de l'Altaï en une rose (à l'instar de celle que M. Élie de Beaumont avait dressée pour les directions du pays des Maures et de l'Esterel). Or, en y marquant les grandes lignes stratigraphiques de l'Europe méridionale, il s'est trouvé que la plupart d'entre elles, loin de rencontrer les faisceaux ou rayons qui représentaient les directions de l'Altaï, venaient au contraire tomber dans les interstices laissés en blanc. Cette rose est reproduite sur la première feuille de ma carte générale de l'Altaï.

(2) Le système du *Ténare* a été établi par MM. Virlet et Boblaye pour exprimer un système de fractures qui affectent en Grèce une direction N. 4 à 5° O., et qui ont eu lieu entre la formation sub-apennine et le dépôt des alluvions anciennes. Ce système diffère de celui de la Corse et de la Sardaigne N. 3 à 4° E., que M. de Beaumont place d'ailleurs entre le premier et le second étage tertiaire. (Voy. *Expédition scientifique de Morée, section des sciences physiques, Minéralogie et Géologie*, t. II, p. 53.)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

9° Système du Hainault, correspondant à E 53°, 48′, 5″ S. (4e soulèvement.)

Parmi ces systèmes, ce sont les quatre suivants qui se rapprochent le plus des directions de l'Altaï, et notamment de celles qui caractérisent l'Altaï oriental, savoir : le système des Alpes occidentales, celui du Rhin, celui du nord de l'Angleterre, et celui du Ténare. Il en résulte qu'une comparaison rigoureuse entre les directions de l'Altaï et celles qui caractérisent l'Europe méridionale devient très vague, sinon inadmissible, et que, conséquemment, tout porte à croire qu'une étude approfondie de la géogénie de l'Altaï autorisera à y établir un système de soulèvement en partie indépendant de ceux qui ont façonné le relief du sol européen. Peut-être qu'en détachant ainsi cette contrée du grand système de l'Europe, pour en former une œuvre à part, trouverait-on, en revanche, une connexion plus intime entre les annales géologiques de l'Altaï et celles de l'Oural. Je ne signalerai, en faveur de cette hypothèse (dont je m'empresse, d'ailleurs, de reconnaître la nature éminemment hypothétique) que les considérations suivantes :

a. La direction dominante du N.-O. au S.-E., qui caractérise les montagnes de cette partie de l'Altaï que j'ai nommée Altaï occidental, s'accorde plus ou moins avec la direction de l'axe principal de l'Oural; d'ailleurs cette concordance se manifeste le plus distinctement sur la lisière occidentale de cette portion de l'Altaï, et conséquemment sur les points les plus rapprochés de l'Oural. En effet, la chaîne de Kolyvane, celle de Bachalatsk, de Tchertchoulihha, etc., placées (surtout la première) comme aux avenues de l'Altaï même, se rapprochent assez de la direction normale de l'arête ouralienne, c'est-à-dire du N.-N.-O. au S.-S.-E.

b. La nature des roches qui surgissent des deux côtés du vaste bassin diluvien qui sépare l'Altaï de l'Oural offre également une analogie très marquée. Lorsqu'on considère les masses granitiques de la chaîne de Kolyvane, formant, en quelque sorte, une ceinture autour du domaine des terrains anciens, pour la plupart métamorphiques, de la contrée de Zinieff, d'Ekatherinenskaya, de Chamanaïhha, et que l'on observe, de plus, que ces dépôts alternent régulièrement avec des porphyres, il est impossible de ne pas être frappé des phénomènes analogues que l'on aperçoit sur la pente orientale de l'Oural, qui forme le bord opposé du grand domaine diluvien entre l'Oural et l'Altaï. Or, l'observateur qui s'y présenterait en venant de l'extrémité occidentale de l'Altaï ne croirait-il pas retrouver, en quelque sorte, la continuation du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

même tableau géologique? Ne serait-il point tenté de voir, dans cette longue série de schistes chlorités et de stéaschistes de l'Oural, les mêmes roches qu'il vient de quitter à Zinieff, et ne trouverait-il pas remarquable que l'Altaï, comme l'Oural, se terminât également par des dépôts anciens du même âge, alternant dans l'un comme dans l'autre avec des porphyres, comme, par exemple, dans les districts de Tourinsk et de Nijni-Taguilsk, où le calcaire, qui alterne si régulièrement avec des porphyres, appartient, selon MM. de Verneuil et Murchison (1), au système devonien, ce qui est le même cas avec les dépôts calcaires de Zinieff, également caractérisés par des intercalations porphyriques? Au reste, je le répète, l'insuffisance de données positives et d'observations assez étendues, ne permettent point d'attacher une grande importance aux symptômes d'affinité géologique que je crois entrevoir entre l'Oural et l'Altaï. D'ailleurs il ne faut pas oublier que si les bons travaux de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling doivent bientôt faire jaillir une grande lumière sur l'importante question de l'âge du soulèvement de l'Oural, on ne pourra aborder la question analogue relativement à l'Altaï, et conséquemment établir un parallèle comparatif entre ces deux grandes masses, que lorsque ce dernier sera devenu à son tour l'objet d'investigations plus approfondies.

5. Sous le rapport oryctognostique, la charpente solide de l'Altaï offre une grande uniformité.

a. Les roches plutoniques consistent en granite, syénite, porphyres quarzifères, eurites et mélaphyres, dont les relations réciproques sont le plus souvent très difficiles à saisir, mais qui, relativement aux dépôts sédimentaires, semblent cependant conduire à un résultat important, savoir: qu'à de rares exceptions près, toutes ces roches sont postérieures aux terrains neptuniens de l'Altaï, et que l'intime liaison entre ces derniers et plusieurs dépôts cristallins stratifiés, comme, par exemple, le micaschiste, pourrait faire considérer les uns et les autres comme de simples modifications de la même roche, d'où il résulterait qu'il n'y a point dans l'Altaï de *roches primaires* proprement dites, c'est-à-dire de ces roches qui représentent la première couche solidifiée de notre globe.

b. Les roches neptuniennes occupent la majorité du domaine altaïen. A l'exception des dépôts diluviens, elles semblent appar-

(1) *On the geolog. structure of the northern and central regions of Russia in Europe*, p. 30.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tenir toutes à la vaste catégorie des terrains anciens ou palæozoïques, parmi lesquels je suis parvenu à distinguer positivement les groupes suivants : α terrains devoniens, β calcaire de montagne, δ assise supérieure du terrain houiller.

α Le terrain devonien (ou au moins la partie de ce terrain que j'ai visitée, et qui, très certainement, ne forme qu'une minime fraction de son domaine total) forme dans l'Altaï trois régions séparées les unes des autres par d'autres terrains anciens non fossilifères, ou bien par des masses de roches granitiques et dioritiques. Ces trois régions, que je désigne d'après le nom des usines ou celui des principaux cours d'eau qu'elles renferment, sont le bassin de Zinieff, celui de Tomsk, et enfin la région riveraine du Jenisseï comprise à peu près entre l'embouchure de l'Abakane et la ville de Krasnoyarsk. Parmi ces trois districts devoniens, les deux premiers seuls sont caractérisés par les fossiles que j'y ai recueillis, et dont voici l'énumération :

Calymene macrophtalma, *Productus subaculeatus*, *Terebratula prisca*, var. *explanata*, *T.* voisine de *T. ventilabrum*, *Orthis crenistria*, *Spirifer speciosus*, *S. alatus*, *S.* voisin du *S. Verneuili*, *Leptana* voisin du *L. lata*, *Cyatophyllum turbinatum* Goldf., *C. hexagonum*, *C. helianthoides* (?), *C. quadrigeminum* (?), *Petraca celtica* Lansd., *Calamopora fibrosa* Goldf., *C. spongites*, *C. polymorpha*, *C. infundibuliformis* (?), *Stromatopora concentrica*, *Retepora retiformis*, fragments nombreux d'*Orthoceratites* et de tiges d'*encrinites*.

β. Le calcaire carbonifère, dont j'ai pu explorer le domaine jusqu'à une très grande distance, forme également trois portions détachées, que je désignerai par les noms suivants : bassin carbonifère de Rydersk, celui de Zyrianoff, et enfin celui de Salaïr ; ils sont tous signalés par des fossiles plus ou moins caractéristiques, savoir :

Orthis arachnoidea, *Spirifer mosquensis*, *S. trigonalis*, *S. Bronnianus*, *Productus antiquatus*, *P. punctatus*, *P.* voisin du *P. punctatus*, *Retepora membranacea*, Phil., *R. retiformis*, *Eschara scalpellum ?* Lansd.

δ Les dépôts, enfin, que l'on peut considérer comme intimement liés avec le terrain carbonifère, et dont ils forment le toit (grès rouge, terrain permien ?), constituent un bassin très étendu que je désigne par le nom de bassin de Kouznetzk, d'après la ville de ce nom, qui en occupe à peu près le centre. Dans cette vaste enceinte, deux localités surtout se font remarquer par leurs caractères palæontologiques, savoir : le village d'Afonina et les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rives du fleuve Inia, particulièrement riches en troncs d'arbres fossiles qui ont été l'objet d'un beau travail que je viens de recevoir de mon savant ami et collègue, M. le professeur Gœppert. Voici les empreintes végétales et les troncs d'arbres fossiles recueillis dans le bassin carbonifère de Kouznetzk :

Anarthrocanna deliquescens, Gœpp.; *Nevropteris adnata*, id.; *Sphenopteris imbricata*, id.; *S. anthriseifolia*, id.; *Nœggerathia æqualis*, id.; *N. distans*; *Araucarites Tchihatcheffianus*, Gœpp.

6. L'absence probable de dépôts postérieurs au grand système palæozoïque coïncide, dans l'Altaï, d'une manière remarquable avec celle de trachytes proprement dits, de basalte, d'obsidienne, de laves, et en général de tous les phénomènes qui caractérisent les époques plus ou moins récentes des annales géologiques. Cette circonstance constitue non seulement un des traits les plus distinctifs entre l'Altaï et l'Amérique, la Hongrie (1), la Turquie d'Europe (2), l'île de Java (3), les champs Phlégréens, etc., mais distingue la Sibérie occidentale de la Sibérie orientale. En effet, les vastes contrées qui se déploient à l'E. du fleuve Jenisseï nous présentent des basaltes (4), des phonolites (5), des trachytes, des espèces d'obsidiennes (comme, par exemple, la fameuse *mérékanite* déjà signalée par Pallas à l'embouchure de la grande *Mérékanka*), des perlites (6) et des coulées de laves (7) (à Kamtschatka). Or, à mesure que tous ces monuments d'éruptions récentes se multiplient dans la Sibérie orientale, on y voit en même temps se manifester des dépôts secondaires tout-à-fait étrangers à l'Altaï : aussi la presqu'île de Kamtschatka, qui, de toutes ces vastes régions, est la mieux caractérisée par des phénomènes d'éruption moderne, est précisément la contrée qui offre les dépôts neptuniens les plus récents que l'on ait encore découverts jusqu'à ce

(1) Si célèbre par ses trachytes, perlites, pierres ponces, etc.

(2) M. Boué, dans sa *Turquie d'Europe*, vol. I, p. 350, atteste l'abondance des dépôts trachytiques dans ces contrées. Selon ce géologue (p. 353, *ibid.*), on voit dans la Macédoine septentrionale des trachytes évidemment postérieurs aux terrains tertiaires.

(3) M. Horner (Leonhart et Bronn, *Jahrbuch*, ann. 1838) nous apprend que le feldspath vitreux est tellement dominant dans toutes les roches de Java, que le basalte même y est caractérisé par un aspect trachytique.

(4) Erman, *Archiv*, etc., 1843, cah. 1, p. 175.

(5) *Ibid.*, p. 169.

(6) *Ibid.*, p. 175.

(7) Erman's *Reisen*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

jour dans le monde sibérien, car, selon M. Erman, des terrains crétacés bordent une grande partie de son littoral occidental et se trouvent flanqués par une large bande de dépôts tertiaires. Il est donc probable qu'une partie de la Sibérie orientale, et notamment la contrée arrosée par la Léna, depuis Yakoutsk jusqu'à l'embouchure de ce fleuve, y compris plusieurs îles de la Mer Glaciale, ont été soulevées *postérieurement* à la Sibérie occidentale, comme à l'Altaï et aux monts Sayanes. On pourra peut-être un jour en dire autant de la grande chaîne de Trianchane, lorsqu'on aura des renseignements moins vagues sur ce colosse de l'Asie centrale, et que l'ombrageuse politique de la Chine aura permis de contempler de près les mystères de toutes ces bouches ignivomes, soit éteintes, soit agissant encore dans les contrées de Pechan, de Tourfau, d'Auroumtsi, etc.

7. Si, sous le rapport de l'âge géologique, la majeure partie de l'Altaï trouve ses représentants dans les terrains anciens de l'Europe, de l'Afrique et de l'Amérique, il s'en distingue néanmoins d'une manière assez tranchée par quelques particularités palæontologiques. Il est vrai que la connaissance très superficielle que nous avons de la faune et de la flore fossiles de l'Altaï ne permettront point, pendant bien longtemps encore, d'établir une comparaison entre ces débris à peine entrevus et les brillantes séries palæontologiques de plusieurs contrées de l'Europe. Toutefois le peu que nous en connaissons semble déjà pouvoir conduire aux observations suivantes, sauf ensuite à les modifier plus ou moins notablement à mesure que le flambeau de la palæontologie aura projeté sur ces contrées les rayons de sa vivifiante lumière.

Les Nautiles, les Goniatites et les Posidonies, si caractéristiques pour les calcaires carbonifères de l'Angleterre et des provinces rhénanes (1), paraissent complétement manquer aux dépôts analogues de l'Altaï.

De même les Strigocéphales et les Murchisonia abondent dans les terrains devoniens de la Roer, en Allemagne, et du Devonshire, en Angleterre (2), sans que j'aie pu en trouver aucune trace dans ceux de l'Altaï. La classe des poissons ne paraît pas non plus y être représentée, ou au moins ne s'y manifeste certainement pas sur la même échelle que dans les dépôts devoniens des autres pays. En effet, l'*Holoptichius nobilissimus*, par exemple, se retrouve

(1) *Sedgwick and Murchison on the distribution and classification of the older or palæozoic deposits*, p. 233 et 326.

(2) *Sedgwick and Murchison*, etc., p. 237.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

non seulement dans la plupart des contrées de l'Europe (y compris la Russie centrale), mais encore dans l'Amérique septentrionale.

Il paraît que, sous le rapport de la rareté des *Céphalopodes*, les terrains anciens de l'Altaï offrent une analogie bien plus rapprochée avec l'Amérique qu'avec l'Europe. Or, M. le vicomte d'Archiac et M. de Verneuil ont déjà fait l'observation très intéressante que les Céphalopodes sont beaucoup plus répandus dans les mers de l'Europe que dans celles du Nouveau-Monde (1); et cependant l'Altaï demeure encore de beaucoup au-dessous du dernier sous ce rapport, car on n'y a même point trouvé, autant que je sache, les *Goniatites Henslowii*, *Listeri*, *carbonarius* et *sphæricus*, que l'on voit cependant disséminés sur un immense area, tant dans les États-Unis d'Amérique qu'en Europe (l'Angleterre, l'Allemagne, l'Oural, etc., etc.), et même sur les rives du Gange, où, selon M. Léopold de Buch, on a recueilli le *Goniatites Listeri*. Les *Orthoceratites* sont également très peu nombreuses dans l'Altaï, comparativement à la profusion avec laquelle ils se trouvent répandus dans les terrains anciens de l'Europe et même de l'Amérique, où, selon l'observation des savants palæontologistes que je viens de citer, la pauvreté en espèces se trouve compensée par une plus grande variété dans les types génériques.

8. Il semble résulter des observations précédentes qu'à l'époque où se formèrent les anciens terrains de l'Altaï, la mer, qui les déposait, offrait dans la physionomie de la faune pélagienne une particularité bien tranchée, par laquelle cette dernière se distinguait des faunes de toutes les mers contemporaines. Cette particularité lui imprimait, en quelque sorte, le cachet qui constitue actuellement un des traits caractéristiques des mers septentrionales à l'égard des mers placées sous les zones tempérées et chaudes, savoir: *a* pauvreté en ordres, genres et espèces; *b* richesse comparative en individus; *c* certaines restrictions dans le développement des formes individuelles comparées à leurs congénères des pays chauds. En effet, ces trois particularités se trouvent réunies dans les fossiles de l'Altaï, car, d'abord, non seulement ils se distinguent, ainsi qu'on l'a vu, par une pénurie frappante sous le rapport générique et spécifique, mais encore y observe-t-on une certaine réduction dans les dimensions extérieures, qui fait que souvent des masses énormes ne sont pétries que d'une immense

(1) M. le vicomte d'Archiac et M. de Verneuil, dans l'ouvrage cité de MM Sedgwick et Murchison, p. 529.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

quantité de fossiles à formes généralement plus ou moins exiguës, puisque les individus de la famille des *Céphalopodes* et des *Brachiopodes* qui se distinguent le plus par leurs dimensions paraissent y manquer complétement, et qu'ils ne s'y trouvent remplacés que par leurs représentants les plus chétifs. D'ailleurs les quelques fossiles de l'Altaï qui paraissent y faire exception n'appartiennent qu'à l'échelle la plus basse de l'organisation animale, comme, par exemple, aux *Calamopora* du torrent Yarbalik, aux *Cyatophyllum* de Tomsk (1), etc.

L'examen comparé de la flore fossile de l'Altaï (bien que nous n'en connaissions encore presque d'autres représentants que les quelques exemplaires rapportés par moi de terrains carbonifères de cette contrée) semble conduire à des résultats de la même nature que ceux dont j'ai tiré la déduction des caractères généraux de sa faune. Parmi les nombreux troncs d'arbres fossiles et les empreintes végétales que j'ai recueillies dans le vaste bassin houiller de Kouznetzk, on remarque une certaine *pénurie* dans les types génériques et spécifiques, comparativement à la flore fossile des terrains analogues de l'Europe et de l'Amérique, bien que les individus qui composent ma collection appartiennent presque tous à des espèces nouvelles. D'ailleurs, en examinant les restes végétaux dont il s'agit, on s'aperçoit que le rôle dominant se trouve réservé aux *conifères*, circonstance qui semble reproduire dans la flore fossile de l'Altaï une particularité que j'ai signalée dans sa faune, savoir: une certaine tendance à se rapprocher des phénomènes de la création actuelle et à revêtir des formes moins *tropicales* que celles qui distinguent la plupart des végétaux de la flore fossile des autres contrées. En effet, tandis que les terrains houillers de l'Europe et de l'Amérique renferment une foule de plantes qui, comme les *Lepidodendron*, les *Sigillaria*, etc., ne trouvent plus de représentants, même sous l'*équateur*, dans l'Altaï, ces terrains sont particulièrement caractérisés par des espèces qui, comme l'*araucarites*, présentent la plus grande analogie, sinon une par-

(1) Sous le rapport du caractère uniforme de la faune, les mers où se déposèrent les terrains palæozoïques de l'Altaï semblent en quelque sorte être placées, à l'égard des mers analogues de l'Europe et de l'Amérique, dans les mêmes conditions que le bassin du Pont-Euxin à l'égard de celui de la mer Caspienne, si pauvre, selon M. Eichwald, en mollusques et en poissons. M. Keilhau fait observer également, dans sa *Geica norvegica*, p. 7, que le *Thonschiefer* fossilifère de Christiania est fort riche en *individus*, mais très pauvre en *espèces*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

faite identité, avec des végétaux qui forment encore de nos jours d'immenses forêts en *dehors* des tropiques, puisque l'*araucaria* abonde non seulement dans la Nouvelle-Hollande, mais acquiert encore dans la république du Chili et dans l'île de Norfolk des dimensions gigantesques qui ne le cèdent en rien à celles qu'ont pu avoir les individus fossiles dont il s'agit.

9. Ainsi, que l'on considère l'Altaï, soit sous le point de vue orographique, soit sous le rapport palæontologique, il nous apparaît comme une création placée en dehors des systèmes géogéniques de l'Europe et du Nouveau-Monde. Également différent des massifs montagneux de la Russie européenne, le colosse de la Sibérie occidentale se dresse isolé et réclame en sa faveur, dans les annales géologiques, une section à part, destinée peut-être à se rattacher un jour aux pages intéressantes qui nous révéleront l'histoire des terrains de l'Asie septentrionale et centrale.

Mgr Rendu, MM. Guyot, Favre et de Choulot, demandent successivement à M. de Tchihatcheff quelques explications sur certaines parties de son travail.

A l'occasion des porphyres de l'Altaï, mentionnés par M. de Tchihatcheff, M. Virlet lui objecte que les porphyres quarzifères sont antérieurs et non postérieurs au terrain houiller. Du moins, il s'est assuré que, dans le département de la Loire, les porphyres quarzifères ont précédé la formation de la houille, puisqu'il les a reconnus en galets dans les poudingues de la partie inférieure du terrain houiller, au mont Reynaud, à la montagne de Sorbier, près Saint-Étienne, et dans tous les poudingues du bassin de Rive-de-Gier, où ils ont également été constatés par MM. Fournet et Drian. Il faudra donc, ajoute-t-il, faire remonter plus haut cette formation dans la série des roches plutoniques. M. Virlet pense, du reste, qu'il y a aussi des porphyres postérieurs au terrain houiller, et qu'il faudra ainsi admettre plusieurs époques d'apparition de cette roche.

M. de Verneuil adresse également à M. de Tchihatcheff quelques questions sur les rapports géologiques qui pourraient exister entre l'Altaï et l'Oural. Il regrette que M. de Tchihatcheff n'ait pas fait connaître son opinion sur l'âge de l'Altaï. D'après la description géognostique donnée par M. de Tchihatcheff, l'Altaï ne paraît pas renfermer les terrains per-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

miens et jurassiques. Ne pourrait-on pas supposer alors qu'il a été soulevé avant le dépôt de ces terrains, c'est-à-dire à la fin de la période carbonifère, époque à laquelle paraît avoir été soulevée la chaîne principale de l'Oural? Les observations de M. de Tchihatcheff ne lui permettent pas de résoudre la question posée par M. de Verneuil.

M. Virlet cède la parole à M. Gras, que des devoirs impérieux rappellent à Grenoble, et qui fait lecture de quelques parties du mémoire suivant:

Introduction à un Essai sur la constitution géologique des Alpes centrales de la France et de la Savoie, par M. Scipion Gras, ingénieur des mines.

Considérations préliminaires.—Depuis de Saussure, les Alpes ont constamment fixé l'attention des géologues. Cette chaîne de montagnes, également remarquable par sa vaste étendue, la hauteur colossale de ses cimes et les bouleversements immenses e variés auxquels elle doit son origine, a paru, plus que toute autre, propre à dévoiler le secret de la formation du globe et de ses anciennes révolutions: aussi a-t-elle été visitée et étudiée avec soin par les observateurs les plus célèbres; mais, malgré ces investigations, la connaissance que nous avons de sa constitution géologique laisse encore beaucoup à désirer. Quand on compare ce qui a été écrit par les savants sur l'âge et la distinction des différents terrains qui la composent, on est étonné d'une confusion d'opinions qui n'existe au même degré pour aucune autre contrée de l'Europe. Les meilleurs mémoires sur les Alpes, même les plus récents, sont remplis de doutes et d'obscurités. On y signale des faits exceptionnels, restés jusqu'à présent sans explication satisfaisante, en sorte que la géologie alpine, bien qu'elle ait fait des progrès réels depuis quelques années, est encore aujourd'hui, sous plusieurs rapports, une anomalie dans la science.

Les terrains qui entrent dans la composition des Alpes peuvent être partagés en deux classes: les uns sont antérieurs à la période crétacée; les autres appartiennent à cette période ou à des époques postérieures. Les premiers constituent, à quelques exceptions près, les parties les plus élevées de la chaîne, celles que l'on nomme *Alpes centrales*. Ce sont elles surtout qui ont offert de grandes difficultés aux observateurs. Leurs couches, bouleversées dans tous les sens, altérées par des agents plutoniques, sont liées par des re-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lations géologiques difficiles à saisir, et qui souvent paraissent contradictoires. Animé du désir de contribuer à l'éclaircissement des questions importantes que soulève leur étude, nous avons fait dans les montagnes du Dauphiné et de la Savoie un grand nombre d'observations dont nous soumettons aujourd'hui le résultat aux géologues. La région des Alpes centrales que nous avons explorée n'est qu'une fraction assez petite de la chaîne entière; mais c'en est peut-être la partie la plus intéressante, car les formations alpines les plus anciennes y sont toutes réunies et très développées. Si, comme nous l'espérons, on trouve dans notre travail des aperçus nouveaux et un ensemble de faits plus complet que dans les mémoires publiés jusqu'à ce jour, nous l'attribuerons à l'avantage précieux dont nous avons joui de résider au sein même des pays que nous avions à décrire, ce qui nous a permis de les parcourir dans tous les sens, de revoir souvent les mêmes lieux et d'accumuler à loisir les observations.

Avant d'entrer en matière, nous dirons quelques mots pour préciser davantage les difficultés que présente la géologie alpine, difficultés que nous n'avons bien pu apprécier qu'après une longue expérience, et qu'il ne sera pas inutile de signaler à ceux qui, visitant ces montagnes pour la première fois, voudront vérifier nos observations ou en faire de nouvelles.

Difficultés de la géologie alpine. — Parmi les causes d'erreurs qui tendent sans cesse à tromper le géologue dans les Alpes, on doit mettre au premier rang l'altération considérable, et même la transformation complète de nature minéralogique que plusieurs couches de sédiment ont subie postérieurement à leur dépôt. Il en résulte que ces couches diffèrent essentiellement, sous le rapport de la composition et des caractères extérieurs, de celles de même âge que l'on observe, soit dans des contrées éloignées, soit dans le sein même des Alpes. Si l'on n'est en garde contre ces changements complets de caractères, on sera conduit à séparer, comme distinct, ce qui, au contraire, doit être identifié.

Une autre cause d'erreur, inverse de la précédente, et peut-être encore plus dangereuse, parce qu'elle est moins connue, est la ressemblance presque parfaite qu'offrent certaines formations dans la nature minéralogique, la structure et l'aspect général de leurs couches. Au premier abord, on n'hésite pas à les considérer comme identiques; cependant, après un examen approfondi, on reconnaît qu'elles sont, au contraire, d'un âge géologique différent. Plus tard, nous citerons des exemples remarquables de cette ressemblance trompeuse.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les grandes dislocations que le sol des Alpes a éprouvées dans plusieurs sens, et à différentes époques, ont jeté un tel désordre dans les couches, qu'il est souvent très difficile de déterminer avec certitude leurs rapports mutuels. On s'exposerait, par exemple, à de graves erreurs, si, pour reconnaître la concordance ou la discordance de stratification de deux formations, on se contentait de comparer leur direction et leur inclinaison, même à une très petite distance de leur ligne de contact. Nous avons vu si souvent des couches faisant partie d'un même système changer brusquement de direction et d'inclinaison, de manière à former avec celles qui les précédaient ou les suivaient des angles considérables, qu'une pareille méthode d'observation nous paraît inadmissible, au moins dans les Alpes. On ne peut réellement être assuré d'une discordance de stratification et la donner comme une preuve d'indépendance géologique, que lorsqu'on voit clairement la couche qui sert de base à une formation s'étendre d'une manière continue sur plusieurs couches distinctes et différentes d'âge, appartenant à une autre époque, ou bien encore lorsque plusieurs couches distinctes de la formation la plus récente viennent rencontrer visiblement une autre couche continue servant de limite supérieure au terrain sous-jacent. Hormis ces deux cas, il peut y avoir probabilité plus ou moins grande de stratification discordante, mais jamais certitude.

Nous ajouterons que la considération des fossiles, qui est en général d'un si grand secours, perd beaucoup de son utilité dans les Alpes, parce qu'on y voit réunies dans un même système de couches des espèces qui, partout ailleurs, caractérisent des époques géologiques différentes. Il faut, par conséquent, choisir entre ces fossiles ceux qui sont les plus importants et les plus propres à déterminer la classification du terrain : or, ce choix ne peut se faire sans incertitude.

Telles sont les principales difficultés que le géologue doit s'attendre à rencontrer dans les Alpes. S'il ne se met en garde contre elles, et s'il n'adopte une méthode rigoureuse d'observations, il court le risque de ne voir que des faits contradictoires et de tomber dans de continuelles erreurs.

Limites du pays décrit; son aspect physique. — La portion des Alpes qu'embrasse notre travail est limitée : à l'E., par la ligne irrégulière des hautes sommités qui, à partir des environs du Mont-Blanc jusqu'au mont Viso, séparent le Piémont de la Savoie et de la France; au S., par une ligne droite qui serait tirée du sommet du mont Viso aux sources du Drac, dans la vallée de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Champoléon (Hautes-Alpes); à l'O. et au N.-O. par les chaînes de montagnes calcaires qui, formant comme une ceinture autour des Alpes centrales, en sont séparées par la vallée du Drac, entre Saint-Bonnet et Grenoble, par celle de l'Isere, depuis Grenoble jusqu'à Conflans, et plus loin, vers le N.-E., par les vallées de l'Arly et de Sallanches, et par celle de Sixt, à l'O. de Chamounix. Cet espace, de forme à peu près triangulaire, embrasse une étendue superficielle de 140 myriamètres carrés environ. Les principaux pays qui s'y trouvent compris sont, en commençant par le N.: le Haut-Faucigny, la Haute Savoie, la Tarentaise, la Maurienne, le Briançonnais, le Queyras, l'Oisans, le Valgodemare, le Trièves et le Graisivaudan. Les limites que nous avons choisies sont naturelles, sous le rapport géologique, au S., à l'O. et au N.-O. De ces côtés, en effet, les formations anciennes des Alpes, objet spécial de notre étude, s'enfoncent de toutes parts sous une bande continue de dépôts crétacés; mais au S.-E., à l'E. et au N.-E., c'est-à dire vers l'Italie et la Suisse, ces mêmes formations, à l'exception d'une seule, se prolongent bien au-delà des frontières du Dauphiné et de la Savoie. Ne pouvant les suivre dans toute leur étendue, à moins d'embrasser la chaîne entière des Alpes, nous nous sommes contenté de faire quelques excursions dans le Piémont et d'étudier d'une manière générale les parties de ce royaume qu'il nous était le plus utile de connaître.

Le pays dont nous avons indiqué les limites est hérissé dans toute son étendue de hautes montagnes qui, vues d'un point élevé, offrent un dédale inextricable de pics, de pyramides élancées et de longues arêtes s'entrelaçant dans tous les sens. La plupart de ces sommités sont couvertes de neiges pendant les trois quarts de l'année. Quelques unes, entourées de glaces éternelles, sont les plus élevées de l'Europe. Il serait trop long d'énumérer avec détail les diverses chaînes, les vallées et les cours d'eau qui sillonnent cette région montagneuse. Nous nous bornerons à faire ressortir les principaux traits de sa configuration physique, en donnant en même temps un aperçu général et cependant complet de sa constitution géologique. Cet aperçu aura l'avantage de fixer d'avance les idées sur les principaux résultats auxquels nous sommes parvenu, de faire connaître les différentes divisions de notre ouvrage et leur enchaînement, et, par conséquent, d'en rendre la lecture plus facile.

Terrain talqueux. — Parmi les chaînes de montagnes qui forment un vaste réseau sur toute la surface du pays que nous nous proposons de décrire, il en est une extrêmement remarquable par

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la hauteur et l'alignement de ses cimes, et par l'unité de sa composition minéralogique. Elle commence non loin de Grenoble, se dirige du S.-O. au N.-E., et, après avoir traversé la Savoie, va se rattacher au massif du Mont-Blanc, qui est son prolongement direct. Son extrémité la plus avancée au N.-E. est la pointe d'Ornex, qui domine, au S. de Martigny, la vallée de la Drance. Vers le S.-O., sa dernière sommité bien apparente est le mont Taillefer, situé à 11 kilomètres O. du bourg d'Oisans. Ces deux points extrêmes sont liés entre eux par une longue suite d'aiguilles et de crêtes aiguës, qui forme une séparation très naturelle entre le Faucigny et la vallée d'Aoste (Piémont), la Haute-Savoie et la Tarentaise, la vallée du Graisivaudan et une partie de la Maurienne et de l'Oisans. Vue des hauteurs de Montmeillan ou de Barraux, sur la rive droite de l'Isère, cette chaîne de montagnes présente un coup d'œil magnifique. Du côté du Dauphiné, on aperçoit une arête continue, hérissée d'aiguilles, étincelantes de glaciers, que surmontent seulement çà et là quelques pics culminants. Du côté de la Savoie, cette ligne de faîtes paraît d'abord aller en s'abaissant; puis elle se relève tout-à coup, pour former la triple sommité du Mont-Blanc, qui domine autant le reste de la chaîne que celle-ci surpasse les collines adossées à sa base (1).

Le terrain qui constitue cette rangée de pics est presque exclusivement cristallin et composé principalement de protogine granitoïde, de gneiss, d'eurite, de roches amphiboliques et de schistes talqueux. Le talc y est très répandu et entre comme partie essentielle constituante dans la plupart de ses roches. C'est pour cette raison que nous lui donnerons le nom de *terrain talqueux*. Le feldspath n'y est pas moins abondant que le talc; il est à base de soude et presque toujours à l'état compacte. Cette tendance du feldspath à la compacité se retrouve dans toutes les roches qu'il constitue, même dans les protogines les mieux cristallisées. L'amphibole se substitue souvent au talc, ce qui donne lieu à des diorites et des amphibolites ayant la même structure et le même gisement que les gneiss et les talcschistes. En général, la prédominance du talc

(1) Les plus hautes sommités de la chaîne que l'on observe à partir du N.-E. sont: le Mont-Blanc, haut de 4,810 mètres, et les aiguilles environnantes comprises entre 3,000 et 4,000 mètres; plus au S., le mont Bellachat, entre Aiguebelle et Cevins, s'élève à 2,480 mètres; le roc du Grand-Charnier, près d'Allevard, à 2,808 mètres; le rocher de Pinéé, à l'O. des Sept-Laux, à 2,920 mètres; le pic de Belledone, au N.-O. d'Allemont, à 2,982 mètres; enfin, le mont Taillefer, à 2,690 mètres environ.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et du feldspath compacte dans toutes les couches talqueuses leur imprime un cachet particulier, qui les fait distinguer au premier coup d'œil des gneiss et des micaschistes ordinaires.

A cause de la nature minéralogique de ce terrain, on a supposé, jusqu'à présent, qu'il était primitif ou antérieur aux formations fossilifères les plus anciennes; mais cette supposition n'est pas exacte, car on y trouve des couches subordonnées de grès et de schiste argileux renfermant des restes organisés. Lorsque la stratification est distincte, les couches paraissent être verticales, ou bien elles plongent quelquefois vers le N.-O., mais le plus souvent vers le S.-E., c'est-à-dire du côté de l'Italie. Quant à leur direction, elle est en général parallèle à l'axe de la chaîne. Cependant elle peut varier du N.-E. au N.-N.-E., et même atteindre la ligne N.-S., ce qui semble prouver qu'avant la révolution qui a donné naissance à cette suite de hautes sommités, le sol avait déjà été bouleversé dans une direction un peu différente.

Inflexion et étendue du terrain talqueux. — On sait qu'aux environs de Martigny, en Valais, l'allure générale des Alpes éprouve une modification notable, qui a été signalée depuis longtemps. Les couches jusque là comprises entre le N.-N.-E. et le N.-E. se dirigent brusquement vers l'E.-N.-E., et la chaîne entière partage cette inflexion. On observe entre le bourg d'Oisans et Grenoble, c'est-à-dire à l'autre extrémité de la chaîne talqueuse, un changement analogue qui n'est pas moins remarquable. Aux environs du bourg d'Oisans, les couches ne courent plus du N.-E. au S.-O., mais du N.-N.-O. au S.-S.-E. De même les sommités qui, à partir de là, continuent les Alpes centrales, ne sont plus situées sur le prolongement d'une ligne qui joindrait le Mont-Blanc au mont Taillefer. Elles sont plus reculées vers le S.-S.-E. et forment au centre de l'Oisans un groupe considérable de montagnes dont fait partie le mont Pelvoux, haut de 4,105 mètres. Ces montagnes, composées, pour la plupart, de protogine, de gneiss et de roches euritiques, ont le même aspect et sont de même nature que la première chaîne; elles en sont en effet le prolongement géologique. Au-delà du mont Taillefer, les roches talqueuses se prolongent, sans diminuer beaucoup de hauteur. En les suivant, on voit qu'elles tournent successivement du N. au S., puis vers le S.-E., et qu'elles vont se rattacher d'une manière continue au massif central de l'Oisans, en passant par Entraigues et le Valjouffrey. Cette liaison est encore établie à l'E. de Taillefer par une autre chaîne de montagnes du département de l'Isère, nommée les *Grandes-Rousses*, dont les couches talqueuses, dirigées moyenne-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ment du N. au S., paraissent être le prolongement rigoureux de celles qui dominent à l'E. la haute vallée des Sept-Laux. Ces couches s'abaissent rapidement vers le S. en s'approchant des bords de la Romanche; mais leur continuation au-delà de ce point est encore visible et peut se suivre jusqu'au centre des montagnes de l'Oisans.

Les deux vallées principales qui divisent ce dernier groupe de montagnes sont celles de la Romanche, depuis sa source jusqu'au bourg d'Oisans, et du Vénéon conduisant du bourg d'Oisans au hameau de la Bérarde. Celle-ci, longue de 27 kilomètres, est dirigée du N.-O. au S.-E., et à peu près parallèlement aux principaux accidents du sol. Elle aboutit à un immense cirque de sommités que recouvrent les plus grands glaciers des Alpes françaises. M. Élie de Beaumont, qui a fait une étude spéciale de ces hautes cimes, a conclu de leur disposition circulaire et de la forme de leurs pentes qu'elles avaient été produites, comme les cratères de soulèvement, par une dislocation centrale (1).

Les masses de gneiss et de protogine qui limitent au sud le cirque de la Bérarde le séparent de ce côté du Valgodemard, vallée étroite et profonde, non moins remarquable par ces accidents géologiques que par la hauteur des cimes environnantes. Comprise entre la chaîne du mont Olan, qui surpasse moyennement 3,000 mètres, et les montagnes du Chaillol et de l'Ours, cette vallée est formée à peu près exclusivement de couches cristallines qu'elle coupe obliquement dans la direction de l'E. à l'O. Au sud du Valgodemard, le terrain de protogine disparaît bientôt sous des formations plus récentes appartenant à la période crétacée. Il faut franchir un espace considérable dans la direction du S.-E., et se transporter au-delà des frontières du Piémont pour rencontrer de nouveau les roches talqueuses.

On voit par ce qui précède que le terrain talqueux de la Savoie et du Dauphiné, considéré dans son ensemble, constitue une zone de montagnes en général fort élevées, qui s'étendent sans interruption depuis le Mont-Blanc jusque dans l'Oisans et le Valgodemard, sur les frontières des départements de l'Isère et des Hautes-Alpes. Cette zone présente la forme d'une courbe convexe du côté de la France, dont l'une des branches, la plus longue, est tournée vers le N.-E., et l'autre, beaucoup plus courte, vers le S.-E. Les couches qui composent cette suite de sommités se coordonnent par rapport à leur direction générale, et passent

(1) *Annales des mines* (2e série), t. V.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

du N.-E. au S.-E. en s'infléchissant entre Grenoble et le bourg d'Oisans.

Constitution du terrain talqueux. — Les roches principales qui entrent dans la composition de cette chaîne talqueuse sont, comme on l'a déjà dit, le granite talqueux ou la protogine, un gneiss ordinairement très feldspathique, avec mica et talc, l'eurite, la diorite et le talcschiste, auxquels sont associés quelquefois des calcaires, des schistes argileux et des grès anthraxifères, avec empreintes végétales. Ces diverses roches alternent ensemble, et sont étroitement liées, en sorte qu'il n'est pas possible de les partager en divers groupes distincts à la fois sous le rapport de l'âge et des caractères minéralogiques. Ainsi l'on aurait une idée très inexacte de la constitution géologique du terrain talqueux, si l'on supposait que la protogine, la plus cristalline de ses roches, en est en même temps la plus ancienne, que sur la protogine repose le gneiss, et qu'après viennent le talcschiste et le schiste argileux. Cet ordre de superposition, que l'on croyait autrefois propre aux formations les plus anciennes du globe, n'existe nullement dans les Alpes. Les roches feldspathiques ou schisteuses du terrain talqueux se succèdent dans un ordre indéterminé et très variable, qui paraît indépendant de leur structure plus ou moins cristalline. En outre, elles se divisent partout en couches plus ou moins distinctes et appartiennent par conséquent à la grande classe des terrains stratifiés. Ces deux faits importants ont déjà été constatés par des observateurs célèbres. De Saussure est le premier qui nous ait fait connaître d'une manière exacte la structure de la protogine granitoïde qui compose le Mont-Blanc et les aiguilles environnantes. Soit que, placé sur leurs cimes les plus élevées, il pût saisir d'un seul coup d'œil leur ensemble, ou bien que, gravissant péniblement leurs pentes et tournant autour de leurs bases, il les étudiât séparément et dans tous leurs détails, le résultat de ses observations a toujours été le même. Il s'est assuré d'une manière positive que cette masse énorme de protogine formant le point culminant des Alpes se divisait tout entière en grandes couches verticales distinctes, parallèles entre elles, et le plus souvent dirigées du N.-E. au S.-O. Il a prouvé, en outre, que la protogine était souvent, et jusque sur la sommité même du Mont-Blanc, associée à des roches schisteuses et entièrement liées avec elles (1).

(1) La stratification de la protogine et sa liaison avec les roches schisteuses sont au nombre des faits sur lesquels de Saussure a le plus insisté. *Voy.* particulièrement les § 153, 604, 659, 661, 662, 664, 665, 676,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Dans un mémoire *sur les roches granitoïdes du Mont-Blanc et d'autres sommités centrales des Alpes* (1), M. Brochant de Villiers est encore allé plus loin que de Saussure; s'appuyant sur la nature minéralogique de la protogine, sur sa disposition fréquente à la structure schisteuse, et sur son association avec des substances minérales feuilletées, il a montré qu'on ne pouvait la considérer comme un vrai granite, ni géologiquement, ni minéralogiquement, et que sous ces deux rapports elle ne paraissait être qu'une variété extrêmement cristalline du *schiste talqueux feldspathique*, roche qui est très répandue dans les Alpes, et qui forme la base du terrain talqueux. Ce rapprochement, ajoute M. Brochant, est fondé sur un long examen et sur une comparaison suivie des roches des Alpes, moins dans les collections que dans la nature.

M. d'Aubuisson de Voisins, dans sa *Statistique minéralogique du département de la Doire* (2), était déjà arrivé à une conclusion tout-à-fait semblable. Pour lui, le granite talqueux, le gneiss, le schiste micacé, sont des roches formées de la même manière, liées entre elles par des transitions insensibles et que l'on ne peut séparer géologiquement. Il y réunit des roches amphiboliques et serpentineuses, des schistes noirs avec anthracite et des calcaires grenus, quelquefois micacés.

Les observations que nous avons faites dans toute l'étendue du terrain talqueux sont parfaitement d'accord avec celles des grands géologues qui viennent d'être cités. Presque partout nous avons vu les bancs de protogine alterner régulièrement et à plusieurs reprises avec des gneiss dont ils ne paraissaient être qu'une modification, les gneiss alterner à leur tour avec des talcschistes, des eurites et des gneiss amphiboliques, toutes ces roches passer les unes aux autres et se lier entre elles de manière à former un tout indivisible.

Il est vrai cependant que certaines parties de la chaîne talqueuse, et ce sont en général les plus élevées, offrent une structure plus cristalline que d'autres, et paraissent être formées presque

---

1679, 1691, 1996 et 2143. Dans les § 661 et 662, de Saussure cite l'alternance répétée de bancs de protogine à structure granitique avec des couches de roches feuilletées. Il en conclut avec raison que ces diverses masses minérales ne peuvent être séparées géologiquement et qu'elles ont une origine semblable.

(1) *Annales des mines*, t. IV, p. 283.

(2) *Journal des mines*, t. XXIX, p. 321.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

exclusivement de protogine ; mais cet état cristallin qu'affecte leurs couches ne vient nullement d'une ancienneté plus grande ; il paraît dépendre surtout des dislocations violentes qu'elles ont éprouvées, et de la grande hauteur à laquelle elles ont été portées par les soulèvements. En examinant en effet les relations de position des couches de protogine dont sont formées quelques unes des sommités les plus élevées des Alpes, avec les couches de gneiss ou de talcschiste qui constituent leur base, on trouve que le plus souvent les premières s'appuient sur les secondes. Ainsi, dans le terrain talqueux des Alpes, c'est moins l'ancienneté géologique des couches que leur altitude géodésique qui paraît déterminer leur structure plus ou moins cristalline. Cette proposition, qui paraîtrait paradoxale et inadmissible, si l'on s'en tenait aux anciens principes de la géologie Wernérienne, se concilie parfaitement avec la théorie assez généralement admise aujourd'hui que les roches stratifiées ont pu être profondément modifiées par l'influence d'agents plutoniques, et qu'il y a une liaison intime entre ces agents et la force qui a soulevé les montagnes.

Nous avons dit que le terrain talqueux était partout stratifié. Pour que cette assertion ne soit pas accusée d'inexactitude par trop de généralité, nous devons ajouter que quelquefois des masses de protogine et même de gneiss ne présentent à l'observateur qu'un assemblage confus de joints ou de fissures qui se coupent suivant des directions variées, et au milieu desquels il est impossible de reconnaître le sens de la stratification ; mais alors celle-ci paraît avoir été effacée par des causes accidentelles. Ce qui le prouve, c'est qu'ailleurs, et même tout à côté, des roches identiques se divisent en une série de couches très nettes. Au reste, la même apparence massive se remarque quelquefois dans des grès et des schistes des Alpes qui, sans aucun doute, font partie de terrains stratifiés.

Les grès et les schistes argileux anthraxifères avec empreintes végétales étant peu fréquents dans le sein même de la chaîne talqueuse, leur association avec les roches cristallines feldspathiques a été jusqu'à présent peu remarquée ; cependant elle n'est pas douteuse. Nous citerons dans la suite quatre ou cinq localités où l'on voit ces roches intercalées complétement dans les gneiss et les schistes talqueux. Aux points de jonction, la stratification est parfaitement concordante ; il y a même passage minéralogique entre les roches talqueuses et les schistes arénacés contigus. On n'observe d'ailleurs, ni sur ces points, ni aux environs, aucune trace de contournement ou de repli de couches. Il faut bien admettre dans

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ces cas que le tout est de formation contemporaine, à moins de renverser toutes les règles que nous fournit la géognosie, pour reconnaître si des couches sont subordonnées ou non à un terrain.

Terrain granitique du Piémont. — Les roches talqueuses du Dauphiné et de la Savoie forment dans ces deux contrées la limite occidentale des Alpes centrales. Sur le versant opposé de la chaîne, c'est-à-dire dans sa partie la plus orientale bordant immédiatement la plaine du Piémont, on observe un terrain cristallin qu'au premier abord on serait tenté d'assimiler à celui de protogine, mais qui en diffère sous plusieurs rapports essentiels. Ici le talc et le feldspath compacte ne sont plus les principes dominants et caractéristiques des roches; on n'y rencontre que de vrais micaschistes et des gneiss micacés, offrant souvent des passages au granite ordinaire. Ce terrain ne renferme pas non plus, comme la formation talqueuse, des couches subordonnées de schiste argileux et de grès avec empreintes végétales; on n'y a jamais découvert de gîtes d'anthracite, ni de bancs de grauwacke. Par son aspect et ses caractères minéralogiques, il rappelle tout-à-fait le terrain de gneiss et de granite qui, au centre de la France et ailleurs, sert de base à toute la série des couches intermédiaires et secondaires. Il est probable, par conséquent, qu'il est plus ancien que la formation de protogine, et en exprimant cette opinion, nous ne faisons qu'adopter celle qui a été émise depuis longtemps par M. Brochant (1).

Ce terrain de granite, de gneiss et de micaschite, que, pour abréger, nous nommerons *granitique*, paraît représenter seul, dans les Alpes, la formation dite *primitive*. Il serait fort intéressant de déterminer d'une manière exacte son étendue, et particulièrement sa ligne séparative d'avec les couches talqueuses des Alpes orientales, mais il ne nous a pas été possible de nous livrer à cette recherche, qui nous aurait conduit beaucoup trop loin. Nous ne donnerons dans la suite que des détails succincts sur ce terrain placé en dehors des limites géographiques que nous nous sommes imposées. Nous avons dû seulement constater son existence et étudier ses caractères généraux dans la partie des Alpes qui borde à l'ouest la plaine de Turin, parce que de ce côté il sert de base aux couches de sédiment les plus anciennes de la Savoie et des Hautes-Alpes.

Division des terrains de sédiment non cristallins. — La chaîne

(1) *Annales des mines*, t. IV.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'apparence primitive que nous avons dit s'étendre à peu près en ligne droite de la pointe d'Ornex au mont Taillefer, et de là former un coude pour se lier au massif de protogine de l'Oisans, joue un rôle important dans la constitution géologique de cette portion des Alpes. C'est en effet suivant sa direction que sont coordonnées toutes les couches de la contrée. De plus, sur presque toute sa longueur, elle sépare deux terrains de sédiment qui, jusqu'à présent, ont été confondus, mais qui présentent cependant des différences assez grandes pour motiver une distinction. Le premier de ces terrains s'étend principalement à l'est de la chaîne talqueuse, et a rempli tout l'espace compris entre cette chaîne et le terrain granitique du Piémont. Il se compose d'une immense série de couches de nature très variées, qui constituent en totalité la Maurienne, la Tarentaise et la partie N.-E. du département des Hautes-Alpes. Le second terrain, moins épais et bien moins compliqué que le précédent, s'appuie sur le versant opposé des roches talqueuses, et forme autour d'elles une vaste ceinture extérieure. On peut le suivre presque sans interruption d'une extrémité des Alpes à l'autre; mais l'espace qu'il occupe est en général très peu large, parce qu'il s'enfonce bientôt sous une bande continue de dépôts crétacés. Nous allons faire connaître, d'une manière succinte, la nature des couches de ces deux terrains, leurs fossiles, les formations d'âge différent qui les composent, enfin les relations que celles-ci offrent entre elles. Nous commencerons par le terrain situé sur le versant oriental de la chaîne talqueuse, que nous avons dit être le plus épais et le plus compliqué des deux.

Terrain anthraxifère inférieur, à l'intérieur des Alpes centrales. —Si des sommités talqueuses qui séparent une partie du Dauphiné de la Savoie, on se dirige vers l'est pour descendre dans cette dernière province, les premières couches non cristallines que l'on rencontre sont des schistes argilo-calcaires noirs, en général très fissiles, qui, pris dans leur ensemble, atteignent souvent une puissance énorme. Ces schistes, que nous appellerons aussi ardoisiers, à cause de leur tendance à se diviser en plaques minces tégulaires, sont fréquemment coupés par des veines et de petits filons de quarz et de chaux carbonatée mêlés accidentellement de substances métalliques. Leur stratification est en général distincte. Observés très près du terrain talqueux, ils paraissent inclinés, tantôt dans un sens et tantôt dans un autre, et offrent avec le gneiss et le talcschiste des relations de position variables et contradictoires; au contact même de ces roches, il y a altération

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

mutuelle dans leurs caractères minéralogiques. Nous reviendrons bientôt sur ces rapports remarquables, qui présentent un haut intérêt. A une certaine distance du terrain talqueux, les couches du schiste ardoisier sont constamment relevées vers lui, et ont une direction parallèle à la sienne. La longue série des strates plus ou moins argileux qui composent cette formation est terminée ordinairement par une puissante assise d'un calcaire schisteux, quelquefois grenu et cristallin, renfermant accidentellement des brèches à noyaux aplatis. Cette assise est intimement liée aux schistes argilo-calcaires inférieurs. Le tout forme un vaste système de couches dont l'épaisseur moyenne surpasse 1,200 à 1,500 mètres, et qui borde sans interruption le contour oriental de la chaîne talqueuse, depuis les environs du col du Bonhomme, en Tarentaise, jusqu'à la Grave (Hautes-Alpes).

Les coquilles fossiles de ce terrain sont principalement des ammonites et des bélemnites. On y trouve aussi des peignes, des térébratules et des encrines. Ces divers fossiles sont en général tellement brisés ou engagés dans la pierre, qu'il est très difficile de les déterminer spécifiquement. On reconnaît cependant sans peine que les ammonites appartiennent à des espèces qui, jusqu'à présent, n'ont pas été rencontrées au-dessous du lias. Quant aux bélemnites, on sait que ce genre ne commence à paraître que dans les formations de l'époque jurassique; c'est donc à cette époque qu'il serait naturel de rapporter les schistes ardoisiers, si d'autres considérations palæontologiques ne venaient jeter du doute sur cette classification. Dans plusieurs localités, qui seront décrites plus tard avec détail, ces schistes sont associés à des dépôts de grès quartzeux et micacés avec gites d'anthracite, et dans ces couches arénacées anthraxifères, on trouve fréquemment des empreintes végétales, toutes très différentes de celles des formations jurassiques, et offrant au contraire une identité complète avec les espèces propres au terrain houiller. D'après ces caractères opposés, on serait peut-être disposé à croire que les couches de grès à anthracite avec restes de végétaux houillers constituent une formation indépendante des schistes à bélemnites et d'une date plus ancienne; mais il y a longtemps que le contraire a été démontré par M. Élie de Beaumont, et toutes les observations faites depuis sont venues confirmer celles de cet habile géologue. Les schistes à bélemnites alternent en effet avec les grès à anthracite, et leur sont tellement liés, qu'il est impossible de ne pas considérer les uns et les autres comme étant de formation contemporaine. Le terrain du schiste ardoisier renferme donc dans son sein une réunion de res-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tes organisés, qui, partout ailleurs, sont séparés et caractérisent des époques géologiques différentes. Afin de ne rien préjuger sur le rang qu'il doit occuper dans l'échelle des formations, nous le désignerons sous le nom de *terrain anthraxifère*, auquel nous ajouterons l'épithète d'*inférieur*, pour le distinguer d'autres dépôts également anthraxifères qui le recouvrent immédiatement, et dont nous parlerons bientôt.

Rapports entre le terrain anthraxifère inférieur et le terrain talqueux. — Nous avons annoncé que les schistes argilo-calcaires du terrain anthraxifère inférieur étaient liés aux roches talqueuses par des relations de position variables et par des altérations mutuelles, dont l'observation présentait un grand intérêt. Nous allons essayer d'en donner une idée. Dans un grand nombre de lieux, on voit les schistes ardoisiers reposer immédiatement sur le terrain de gneiss; mais cette manière d'être n'est nullement constante. Ailleurs, ce sont au contraire les couches de gneiss et de talc-schistes qui reposent sur les schistes à bélemnites, et cette superposition, au premier abord si extraordinaire, n'est pas une simple apparence: on peut la voir, la toucher et la constater d'une manière très rigoureuse. Elle n'est pas non plus un accident local, une exception dans les Alpes; elle est au contraire fréquente, et s'observe sur une grande étendue de la chaîne. Dans d'autres localités, on voit des masses plus ou moins considérables de schistes ardoisiers s'insérer dans le sein même des couches de gneiss et s'enchevêtrer avec elles, en donnant lieu à une espèce d'alternative. Quand on peut examiner le contact immédiat du schiste ardoisier et du gneiss, on observe quelquefois un passage insensible entre ces deux espèces de roches: le schiste calcaire devient onctueux et brillant, se charge de quarz et de talc, et devient un véritable talcschiste, auquel succèdent ensuite des gneiss et d'autres roches feldspathiques; mais ce cas n'est pas le plus fréquent. Presque toujours à la jonction du terrain talqueux, le schiste argilo-calcaire se durcit et se change en une roche d'apparence calcaire, tantôt massive et compacte, d'autres fois grenue et cristalline, visiblement pénétrée de quartz, de talc et de feldspath, et ne faisant plus avec les acides qu'une effervescence très légère, sinon nulle. De son côté, la roche talqueuse, en contact avec le calcaire altéré, offre un ensemble de caractères qui ne se retrouvent pas ailleurs. C'est en général une espèce d'eurite grenue, porphyroïde, empâtant des cristaux de mica, de quarz et de feldspath, et assez fréquemment des grains irréguliers de ces deux dernières substances. Quand ces grains sont très nombreux, la roche pré-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sente une structure arénacée; on dirait du granite dont les éléments, après avoir été désagrégés, auraient été ressoudés par un ciment feldspathique. Cette eurite est souvent schisteuse, d'autres fois massive, compacte, et d'un aspect semblable à celui du calcaire modifié qui la touche, en sorte que l'on ne sait où placer la ligne de démarcation. Ces altérations ne s'observent bien que sur la ligne même du contact des deux terrains, et pour peu que l'on s'en éloigne, l'on voit, d'un côté, le schiste calcaire reprendre sa texture fissile, son aspect noir et terreux, et de l'autre, le gneiss et la protogine affecter les caractères qui leur sont habituels. Ce qui n'est pas moins important à noter, c'est que ces modifications restent les mêmes, soit que le gneiss talqueux repose sur le schiste à bélemnites, soit que ce dernier recouvre le gneiss talqueux, en sorte que ce n'est pas la position relative de ces roches, mais le seul fait de leur contact qui détermine leur altération mutuelle si remarquable.

Sur quelques points, les schistes ardoisiers et les roches talqueuses sont liés par des rapports encore plus intimes que ceux dont nous venons de parler. Nous avons suivi et étudié avec soin certains groupes de schistes argilo-calcaires qui, en se prolongeant, perdent brusquement leurs caractères minéralogiques et se changent en talcschistes et en gneiss faisant partie du terrain talqueux. A l'une de leurs extrémités, ces couches offrent les caractères habituels du schiste noir à bélemnites; à l'autre, elles sont feldspathiques et talqueuses, et cependant leur continuité peut être déduite des observations géologiques les plus précises.

Ces divers faits, si dignes de fixer l'attention des géologues, ne sont pas particuliers à quelques localités des Alpes; ils se présentent avec plus ou moins d'évidence et de développement dans tous les lieux où les schistes à bélemnites touchent aux roches talqueuses. Ils sont surtout fréquents dans l'Oisans, où nous avons pu en faire une étude approfondie. En les discutant dans leur ensemble, nous avons été conduit à cette conclusion : que, malgré la grande différence de nature minéralogique qui sépare le terrain de schiste à bélemnites de celui de protogine, ces deux terrains devaient être réunis géologiquement et considérés comme contemporains. Il semble d'abord étrange de supposer que des couches de nature si diverse aient été déposées à la même époque et sous l'influence des mêmes circonstances; mais cette difficulté s'aplanit d'elle-même, si l'on admet que des roches de sédiment, calcaires ou arénacées, ont pu, postérieurement à leur dépôt, être modifiées par des agents plutoniques, au point de devenir feldspa-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

thiques et talqueuses. Cette hypothèse n'est autre que celle du métamorphisme, qui acquiert de jour en jour plus de probabilité, et que l'étude de la géologie des Alpes mettra un jour hors de doute.

Quelques géologues seront peut-être disposés à croire qu'une partie seulement des gneiss et des talcschistes du terrain talqueux est le résultat d'une modification des schistes ardoisiers, et que le reste appartient à une formation cristalline indépendante des autres roches et beaucoup plus ancienne; cette manière de voir serait, dans notre opinion, dénuée de fondement. Les talcschistes et les gneiss les plus voisins des schistes à bélemnites, et auxquels, par conséquent, il est naturel d'attribuer plus particulièrement une origine métamorphique, ne diffèrent sous aucun rapport des roches de même nature que l'on trouve au centre même du terrain talqueux. De plus, on voit, ainsi que nous l'avons déjà dit, de grandes masses de gneiss et de protogine, constituant les parties les plus élevées et les plus centrales de la chaîne talqueuse, être superposées, sur une étendue considérable, à des couches de schiste calcaire. Ces dernières doivent, par conséquent, être considérées comme étant les plus anciennes de la contrée. Nulle part, au moins dans les Alpes du Dauphiné et de la Savoie, on ne découvre les traces d'un noyau central, cristallin, distinct par ses caractères, et servant partout de support aux couches de sédiment environnantes.

Quoique le terrain talqueux ne soit, dans notre opinion, qu'une modification cristalline, à contours très irréguliers, d'une partie des schistes calcaires et arénacés qui composent notre terrain anthraxifère inférieur, cependant ces deux terrains offrent une si grande différence d'aspect et de caractères extérieurs que, dans notre travail, nous les décrirons séparément, sauf à faire connaître ensuite leurs relations mutuelles et les motifs qui nous portent à les identifier.

Terrain anthraxifère supérieur. — Nous avons dit que le terrain anthraxifère inférieur, situé sur le versant oriental de la chaîne talqueuse, était terminé par une puissante assise de calcaire schisteux avec brèches calcaires subordonnées, que l'on pouvait suivre d'une manière continue depuis le col du Bonhomme jusqu'aux environs de la Grave. Sur toute cette longueur, cette assise calcaire s'enfonce sous un terrain en grande partie arénacé et très épais, que nous allons maintenant décrire sous le nom de *terrain anthraxifère supérieur*. Ce terrain est composé de quatre formations qui nous ont paru distinctes et même séparées entre elles par

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des dislocations qui ont bouleversé la surface du sol dans l'intervalle de leur dépôt. Chacune des trois premières, en allant de bas en haut, présente deux assises: l'une inférieure, en général très puissante, consistant en schiste argilo-calcaire, schiste argileux et poudingue avec anthracite; l'autre supérieure, moins épaisse, formée de bancs calcaires grenus, quelquefois bréchiformes. Quant à la quatrième formation, qui est la plus récente, elle est exclusivement composée de grès quarzeux et micacés, de schiste argileux, de quarz compacte et de poudingue alternant avec de l'anthracite. Les parties inférieures de ces divers systèmes de couches prennent quelquefois un caractère cristallin très prononcé. On y trouve du quarz micacé, du talcschiste et même du gneiss; mais le plus souvent le grès et le schiste argilo-calcaire en sont les roches dominantes. Elles renferment alors des gîtes de combustible et de nombreuses empreintes végétales, qui toutes, sans exception, proviennent de plantes caractéristiques de la flore houillère ou leur sont analogues (1). Les assises calcaires supérieures sont très pauvres en fossiles. Ce n'est que dans quelques rares localités qu'elles renferment des ammonites et des bélemnites qui paraissent, comme celles du terrain anthraxifère inférieur, propres au lias. On voit, par ce court exposé, que, dans le terrain anthraxifère supérieur, les grès à empreintes végétales houillères alternent par grandes assises avec des bancs de calcaire à bélemnites. Ce fait est

(1) L'examen d'un grand nombre de plantes fossiles, prises dans diverses formations anthraxifères des Alpes, a été fait depuis longtemps par M. Adolphe Brongniart (*Annales des sciences naturelles*, 1re série, t. XIV, p. 127). Il résulte des déterminations du savant botaniste que les végétaux recueillis se rapportent à 24 espèces ou genres, dont 22, jusqu'à présent, n'ont été trouvées que dans les terrains houillers, et dont 2 paraissent être des espèces nouvelles, qui ont cependant leurs analogues dans la flore houillère, d'où l'on doit conclure qu'il y a entre les formations anthraxifères alpines et les dépôts houillers une identité de restes végétaux aussi complète que celle qui pourrait exister entre deux terrains houillers les mieux caractérisés.

J'ai adressé tout récemment à M. Adolphe Brongniart un grand nombre d'empreintes d'espèces très variées, dont la plupart provenaient des couches les plus élevées de la série anthraxifère. L'examen de ces nouveaux débris de végétaux a confirmé pleinement les conclusions auxquelles ce savant était déjà arrivé. Il est prouvé aujourd'hui que tous les genres de plantes qui caractérisent le terrain houiller se retrouvent, sans exception, dans le terrain anthraxifère, et que toutes les espèces de ce dernier terrain ont leurs analogues ou leurs identiques dans le premier.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

une des circonstances les plus remarquables de sa constitution géologique.

Les formations dont nous venons de parler occupent la partie centrale de la Tarentaise, de la Maurienne et du Briançonnais, où elles constituent une bande qui n'a pas plus de 30 kilomètres de largeur moyenne, mais qui, en longueur, présente une étendue beaucoup plus considérable. Cette bande a la forme d'un arc de cercle convexe vers l'O., et concentrique, par conséquent, au contour de la chaîne talqueuse, qui s'étend du Mont-Blanc au massif du mont Pelvoux. L'extrémité N.-E. pénètre dans le Piémont, entre le Mont-Blanc et le mont Iseran. Son extrémité S.-E. atteint les frontières des Basses-Alpes, entre le col de Vars et celui de Longet, et se prolonge ensuite dans le Piémont, en passant au S. du mont Viso (1).

Disposition symétrique des formations anthraxifères. — En étudiant dans tous leurs détails les limites des diverses formations qui composent le terrain anthraxifère, et la manière dont elles ont

(1) Les observations qui m'ont conduit à la division du terrain anthraxifère en plusieurs formations étaient faites depuis longtemps, lorsque j'ai eu connaissance d'un mémoire de M. Sismonda sur les Alpes de la Tarentaise (*Mémoires de l'Académie de Turin*, t. III, 2e série).

Dans ce travail, M. Sismonda partage également le terrain anthraxifère en plusieurs étages, et j'ai eu la satisfaction de reconnaître que ses divisions s'accordaient parfaitement avec les miennes. Il y a seulement cette différence, que le savant géologue italien, rapportant sans hésitation au lias les schistes à bélemnites inférieurs, a donné aux diverses formations qui venaient après, le nom des étages jurassiques qui paraissaient leur correspondre d'après leur ordre de succession. Ainsi, les schistes de mon terrain anthraxifère inférieur et l'assise calcaire qui les termine sont appelés par M. Sismonda *lias inférieur* et *lias supérieur*. La première formation de mon terrain anthraxifère supérieur est rapportée par lui à l'*oolite inférieure*, la seconde à l'*oxford clay*, et la troisième au *coral rag* et au *calcaire portlandien*. Quant à la quatrième formation, M. Sismonda paraît l'avoir confondue avec la troisième, ce qui n'est pas étonnant, vu son peu d'étendue et la difficulté de connaître ses limites quand on n'en a pas fait une étude spéciale. La justesse des dénominations que je viens de rapporter pourra être contestée, car elle repose uniquement sur l'hypothèse que les schistes anthraxifères inférieurs représentent le lias. Mais, quoi qu'il en soit de la vérité de cette hypothèse, l'accord de mes divisions avec celles d'un géologue aussi distingué que M. Sismonda m'a prouvé qu'elles correspondaient à des groupes naturels de couches qui devront être conservées, quel que soit d'ailleurs l'âge qu'on leur assigne.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rempli l'espace compris entre les roches talqueuses de la Savoie et du Dauphiné et le terrain granitique du Piémont, nous nous sommes assuré que ces formations étaient disposées symétriquement par rapport à ces roches cristallines, de telle sorte que, si un observateur, partant du sommet de la chaîne talqueuse, se dirigeait du côté de l'Italie, en ayant soin de couper la série complète des couches anthraxifères, il marcherait d'abord, comme nous l'avons dit, sur les schistes ardoisiers inférieurs, puis successivement sur la première, la seconde, la troisième et la quatrième formation du terrain anthraxifère supérieur, et si, après avoir traversé cette dernière formation, véritable faîte géologique des Alpes centrales, il continuait à se diriger vers l'E., il parcourrait de nouveau, mais en sens inverse, toute la série des couches rencontrées précédemment, jusqu'à ce qu'il eût atteint le terrain de gneiss et de granite qui forme la bordure orientale des Alpes.

La conséquence immédiate de cette symétrie remarquable est que les schistes anthraxifères inférieurs ont occupé tout l'espace qui s'étend entre la chaîne talqueuse et les montagnes granitiques du Piémont; qu'ils ont formé dans cet espace les parois d'un bassin qui a reçu plus tard le terrain anthraxifère supérieur; que les diverses formations de ce dernier terrain se sont déposées elles-mêmes successivement en couvrant des surfaces de moins en moins larges, et en offrant ainsi une disposition concentrique comparable à celle de plusieurs boîtes de même forme, mais de grandeur différente, que l'on aurait fait entrer les unes dans les autres (1). La formation anthraxifère la plus récente dont fait partie la montagne du Chardonnet (Hautes-Alpes) est, à beaucoup près, la plus petite de toutes; elle a rempli un bassin circonscrit de tous côtés, qui n'a pas plus de 42 kilomètres de longueur sur 3 à 4 de largeur, et qui, vers le N., dépasse à peine les frontières du département des Hautes-Alpes. En faisant le tour de ce bassin, pour en déterminer les limites précises, nous avons reconnu que les bancs calcaires qui lui servent de parois avaient été fortement disloqués avant d'être recouverts, en sorte qu'il y avait sur plusieurs points discordance complète de stratification entre ce calcaire et les couches arénacées anthraxifères situées au-dessus.

Les trois formations qui précèdent celle du Chardonnet s'étendent au-delà des frontières de la Savoie et de la France. C'est

(1) M. Élie de Beaumont s'est déjà servi de cette comparaison en parlant de la structure géologique du bassin de Paris (*Explication de la carte géologique*, t. 1er, p. 25).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

donc dans les Alpes du Piémont qu'il faudrait les suivre et les étudier, pour connaître de quelle manière elles se terminent. Leur peu de largeur dans la Savoie nous porte à croire qu'elles n'ont pas rempli des bassins d'une très grande étendue en longueur et qu'il serait possible de déterminer complétement leur contour, comme nous l'avons fait pour la formation du Chardonnet. Ce serait un sujet de recherches extrêmement intéressant.

La disposition symétrique des diverses formations anthraxifères par rapport aux roches cristallines de la Savoie et du Piémont n'est pas évidente au premier coup d'œil; elle est masquée par les grandes dislocations du sol, et surtout par l'altération métamorphique des roches. On ne peut bien la reconnaître qu'en se livrant à une étude approfondie et générale des relations de position de toutes les couches de la contrée. Cette symétrie est cependant indiquée jusqu'à un certain point par la loi suivante de l'inclinaison des strates, que l'on peut considérer comme générale, sauf quelques rares exceptions bien faciles à comprendre dans un pays aussi bouleversé. Toutes les couches voisines du terrain granitique du Piémont, jusqu'à une certaine distance de ce terrain, plongent vers la région O., sous la chaîne des Alpes. Au contraire, toutes celles qui bordent le pied oriental de la chaîne talqueuse de la Savoie et de la France plongent vers la région E. ou du côté de l'Italie. La série des points où l'on voit l'inclinaison changer de sens forme une courbe concentrique à celle des Alpes, qui passe à peu près par le milieu de la Tarentaise, de la Maurienne et du Briançonnais. Quant à la direction des couches, il est naturel qu'elle soit en général parallèle à celle des zones de terrain qu'elles constituent; c'est en effet ce qui a lieu. Ainsi, dans la Tarentaise, les couches sont généralement dirigées vers le N.-E. ou vers le N.-N.-E. Dans la Maurienne, cette direction se rapproche beaucoup de la ligne N.-S., et dans le Briançonnais, elle passe au N.-N.-O., au N.-O., et même à l'O.-N.-O.

Partie orientale du terrain anthraxifère inférieur. — Il résulte de cet aperçu des diverses formations anthraxifères et de leur distribution géographique que les schistes du terrain inférieur sont à découvert aussi bien à l'E. qu'à l'O. de la zone centrale occupée par le terrain supérieur. La partie située à l'O., que nous nommerons *occidentale*, est celle qui borde à l'intérieur la chaîne talqueuse, et dont nous avons déjà fait connaître les principaux caractères, ainsi que les rapports avec le terrain de protogine. La partie située à l'E., à laquelle nous donnerons le nom d'*orientale*, est voisine du Piémont et s'appuie immédiatement sur le ter-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rain granitique de cette contrée. Cette partie orientale présente le même aspect général et la même structure en grand que l'occidentale; mais, examinée de près, elle en diffère notablement par la composition plus cristalline de ses roches. Celles-ci consistent principalement en schistes gris, brillants, composés essentiellement de chaux carbonatée et de talc unis à des proportions variables d'argile et de quarz. Nous les désignerons sous le nom de *schistes calcaréo-talqueux*. Au premier aspect, ils peuvent être confondus avec les vrais talcschistes; mais, en étudiant leur nature avec soin, on reconnaît sans peine qu'ils diffèrent de ces derniers par la substitution de la chaux carbonatée au quarz. On conçoit, au reste, qu'il doit y avoir des passages insensibles et très fréquents entre les schistes calcaréo-talqueux, les talcschistes, les schistes argilo-calcaires et les schistes argileux, suivant l'abondance relative du talc, du quarz, de la chaux carbonatée et de l'argile, éléments dont quelques uns peuvent disparaître complétement.

Les schistes calcaréo-talqueux, avec toutes leurs nuances d'aspect et leurs variations de composition, constituent exclusivement la partie des Alpes qui sépare le Piémont de la Maurienne et du Dauphiné, particulièrement le Mont-Cenis, la vallée du Doria, entre Oulx et Césanne, les vallées vaudoises, en Piémont, et la partie la plus orientale du Queyras. Au mont Viso et sur le revers oriental du Mont-Cenis, ces schistes passent à des talcschistes et à des gneiss entièrement semblables à ceux que l'on rencontre dans le terrain talqueux. Nous prouverons dans la suite que ces deux montagnes sont entièrement composées de roches métamorphiques.

Il paraît que, jusqu'à présent, on n'a pas trouvé le moindre fossile dans toute la partie orientale du terrain anthraxifère inférieur. Cette absence de restes organisés tient peut-être à ce que leurs vestiges ont été complétement détruits par l'altération générale que ce terrain paraît avoir éprouvée. Il est très vraisemblable, en effet, que les schistes calcaréo-talqueux, qui le composent presque en totalité, ont été originairement des roches argilo-calcaires, dans lesquelles des agents plutoniques ont introduit, à une certaine époque, une grande quantité de talc. Ces schistes offrent sur une grande échelle une espèce de terme moyen entre les talcschistes et les schistes argilo-calcaires. Ils établissent entre ces deux espèces de roches une liaison telle, qu'il est bien difficile de ne pas voir dans les premières une modification cristalline des secondes.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Outre que les schistes calcaréo-talqueux ne renferment pas de fossiles, on n'y a découvert, jusqu'à présent, aucun dépôt d'anthracite ni aucune couche de grès avec empreintes végétales, en sorte que ce n'est que sur des considérations purement géologiques que nous nous sommes appuyé pour rapporter ces schistes au terrain anthraxifère inférieur du Dauphiné et de la Savoie.

En étudiant les rapports des schistes calcaréo-talqueux avec les roches granitiques du Piémont, nous avons reconnu que ces dernières étaient constamment inférieures aux autres. Sur aucun point, on ne voit au-dessous du terrain granitique ou dans son intérieur des bancs de grès anthraxifères, ni des schistes argilo-calcaires à bélemnites, ni même des roches calcaréo-talqueuses. Les raisons qui nous ont porté à croire que le terrain talqueux de la Savoie n'était qu'une modification métamorphique du terrain anthraxifère inférieur manquent donc pour assigner une origine semblable au terrain granitique du Piémont. Il est vraisemblable, ainsi que nous l'avons dit plus haut, que ce terrain est distinct des formations anthraxifères et appartient à une époque géologique plus ancienne.

Particularités remarquables du terrain anthraxifère. — Avant de terminer la description sommaire que nous venons de donner du terrain anthraxifère situé à l'intérieur des Alpes, nous devons insister sur deux particularités bien remarquables qu'offre ce terrain, et que nous n'avons fait qu'indiquer légèrement. La première est sa singulière constitution palæontologique. Le terrain anthraxifère inférieur renferme assez fréquemment, comme nous l'avons dit, des bélemnites et des ammonites du lias, et en même temps des empreintes végétales caractéristiques de la flore houillère; mais, à mesure que l'on s'élève dans la série des couches supérieures, les caractères de l'époque jurassique semblent s'effacer et devenir de plus en plus rares, tandis que ceux qui rappellent le terrain houiller deviennent de plus en plus fréquents et finissent par être exclusifs. Ainsi, c'est à peine si l'on trouve quelques bélemnites dans les assises calcaires des trois premières formations du terrain anthraxifère supérieur. Leurs parties arénacées, au contraire, dont l'épaisseur est énorme, surtout pour la deuxième et la troisième formation, abondent en anthracite et en empreintes de l'époque carbonifère. Enfin, dans la quatrième formation, qui a rempli un bassin de peu d'étendue, on ne trouve plus ni calcaire, ni bélemnites, ni ammonites, mais uniquement des grès, des schistes argileux, du quarz avec couches de com-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

bustible et restes de végétaux houillers. Les Alpes du Briançonnais nous offrent donc l'exemple d'une formation qui, sous le rapport des restes organisés, de la nature des roches et de leur gisement, *ne diffère en rien d'un vrai terrain houiller*, et qui, cependant, est de beaucoup supérieure à un autre terrain où l'on trouve des fossiles du lias (1).

Une autre particularité non moins digne de fixer l'attention des géologues que la première est le changement complet de caractères minéralogiques qu'éprouvent, dans certains cas, les formations anthraxifères supérieures. En suivant avec une continuité rigoureuse les bancs calcaires qui font partie de ces formations, nous nous sommes assuré que la même assise qui, presque partout, servait de support à des roches de grès anthraxifères et de schistes argilo-calcaires, s'enfonçait ailleurs sous des quarz micacés, des talcschistes et des gneiss absolument semblables à ceux que l'on rencontre dans le terrain talqueux, en sorte que l'on devait placer à un même niveau géologique, et bien au-dessus des schistes à bélemnites, des roches dont les unes étaient arénacées avec débris organisés, et dont les autres avaient une composition

---

(1) L'existence de couches avec empreintes végétales houillères, à un niveau géologique supérieur à celui de calcaires avec fossiles du lias, est un fait constaté depuis longtemps dans les Alpes. Il a d'abord été indiqué par M. Brochant, puis mis hors de doute par des coupes très exactes de M. Élie de Beaumont, enfin confirmé par des études postérieures de MM. Sismonda et Fournet. Ayant eu l'avantage de faire dans les terrains anthraxifères de la Savoie et des Hautes-Alpes un plus grand nombre d'observations qu'aucun des géologues que je viens de citer, j'ai pu, non seulement vérifier les superpositions dont il s'agit, mais déterminer le contour des formations dont faisaient partie les couches fossilifères observées, et reconnaître leur position relative sur une aussi grande étendue de pays. Je me suis aussi assuré que l'alternance de couches calcaires à bélemnites avec des grès à empreintes houillères n'était point, comme quelques savants palæontologues ont paru le croire, une exception locale, une espèce de singularité que de nouvelles observations devaient faire disparaître, mais que c'était au contraire la base de la constitution géologique d'une portion notable des Alpes, embrassant la Tarentaise, la Maurienne et le Briançonnais. Il faudra bien que, bon gré, mal gré, on finisse par tenir compte de ce fait palæontologique, l'un des mieux prouvés de la science, et que l'on cesse de croire que nos connaissances actuelles sur la distribution des fossiles sont assez avancées pour établir des règles générales.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tellement cristalline, que, sur toutes les cartes géologiques, elles ont été désignées comme appartenant au terrain dit primitif.

L'existence de couches entièrement cristallines bien au-dessus des schistes à bélemnites et leur parallélisme géologique à des grès fossilifères paraîtront sans doute une forte preuve en faveur de la théorie métamorphique. On ne sera plus étonné, après de pareils faits, que le terrain talqueux tout entier puisse être un équivalent des schistes et grès anthraxifères inférieurs, ainsi que tant d'observations paraissent le prouver.

Vallées et montagnes que constitue le terrain anthraxifère à l'intérieur des Alpes. — La région occupée par le terrain anthraxifère, à l'intérieur des Alpes, se divise en un grand nombre de vallées qui, pour la plupart, ont leur écoulement du côté de la France. Telles sont la vallée de l'Isère, depuis le mont Iseran jusqu'à son entrée dans la chaîne talqueuse, près du village de Petit-Cœur; la vallée de l'Arc, dont la naissance est voisine de celle de l'Isère, et qui atteint le terrain talqueux à la Chambre, un peu au-dessous de Saint-Jean-de-Maurienne; la vallée de la Guisanne, torrent qui prend sa source dans les hautes montagnes du Lautaret et qui va se jeter dans la Durance, près de Briançon; la vallée de la Clarée, autre torrent dont la source se trouve également dans les montagnes qui séparent les Hautes-Alpes de la Savoie et qui se réunit à la Durance, entre la Vachette et les Alberts, au pied du mont Genèvre; enfin, la vallée de la Durance, depuis le mont Genèvre jusqu'aux environs du mont Dauphin, à trois myriamètres au-dessous de Briançon. Parmi les vallées qui sont également creusées dans le terrain anthraxifère, mais dont la pente est du côté de l'Italie, on doit mettre en première ligne celle de la Dora ou Doire; elle commence au mont Genèvre, sur le versant opposé à celui de la Durance, et traverse toute la bande occidentale du terrain anthraxifère inférieur jusqu'au-delà de Suse, où elle atteint le terrain granitique. Une autre vallée, moins considérable que la précédente, et qui coupe les mêmes couches, est celle du Cluson, depuis le col de Sestrières jusqu'à Fenestrelle. De toutes les vallées que nous venons de citer, les plus importantes par leur étendue et le nombre de leurs affluents sont celles de l'Isère et de l'Arc; elles constituent deux contrées particulières nommées la Tarentaise et la Maurienne, dont les limites sont parfaitement définies.

Les chaînes de montagnes qui traversent dans tous les sens le terrain anthraxifère sont, pour la plupart, fort élevées. Beaucoup

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de sommités surpassent 3,000 mètres (1). On remarque le plus souvent qu'il n'y a aucun rapport entre la direction de ces montagnes et celles des couches. Ainsi, la chaîne qui sépare la Maurienne de la Tarentaise est à peu près dirigée de l'E. à l'O., tandis que les couches qui la composent courent du N. au S. Du col de la Seigne au mont Iseran, il y a une ligne de hautes sommités faisant avec le méridien un angle de 40 degrés O. Quant aux couches, leur direction moyenne est, au contraire, vers le N., 35° E. Les vallées de la Guisanne, de la Durance, de la Doire et beaucoup d'autres sont transversales sur toute leur longueur. La loi du parallélisme des couches et des chaînes de montagnes est donc loin d'être vraie dans l'intérieur des Alpes centrales. Cette loi ne se vérifie d'une manière générale que pour la grande chaîne talqueuse du Dauphiné et de la Savoie, et pour les massifs de montagnes jurassiques et crétacées qui s'appuient contre elle.

Aspect physique du terrain anthraxifère à l'intérieur des Alpes. — Rien de plus âpre et de plus tourmenté que l'aspect des montagnes anthraxifères, quand on les considère dans leur ensemble : c'est un assemblage confus de pics élancés, de pyramides gigantesques, de cimes déchiquetées et discontinues que séparent des vallées étroites, profondes et se ramifiant à l'infini. Ce désordre tient à la fois à la constitution géologique de ces montagnes, aux bouleversements nombreux et variés qu'elles ont éprouvés, et plus particulièrement aux altérations métamorphiques de leurs roches. A cause de ces altérations, la dureté relative des couches est extrêmement variable, non seulement d'une assise à une autre, mais dans le sein de la même assise. Ainsi, il arrive que, sur le prolongement de schistes calcaires très friables, se trouvent des gneiss et des quarz micacés, et qu'à des grès micacés argileux succèdent tout-à-coup des quarz compactes. Ici, les bancs calcaires sont

(1) Parmi les hautes montagnes anthraxifères, nous citerons les suivantes ;

Mont Iseran, au N.-E. du col de ce nom, haut de..	4,043 mètres.
Roche-Melon, à l'E. du Mont-Cenis.....	3,584
Pic de Goléon, au N. de la Grave.....	3,429
Mont d'Ambin, au S. du Mont-Cenis.....	3,384
Pointe de Chamberon, au N.-E. de Fouillouse....	3,342
Roche-Brune, entre Cervières et le Queyras.....	3,325
Roche-Chevrière, au N. de Modane.....	3,284
Mont Thabor, au S. de Modane.....	3,182
Pic de Chaberton, près le mont Genèvre.....	3,127

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

puissants et massifs, et là ils deviennent schisteux et faciles à désagréger. Ce mélange irrégulier de parties dures et de parties tendres, joint à la verticalité presque générale des couches, a fait succéder brusquement les sommités aux dépressions, a taillé les cimes en pyramides, hérissé les crêtes d'aiguilles et donné à tout le terrain anthraxifère cet aspect déchiré qui caractérise ordinairement les montagnes de gneiss et de micaschiste.

Nous sommes entré dans beaucoup de détails sur le terrain anthraxifère situé à l'E. de la chaîne talqueuse, non seulement à cause de l'importance de ce terrain, mais parce qu'il constitue plus des quatre cinquièmes du pays que nous nous proposons de décrire. Nous allons maintenant passer à l'examen des terrains de sédiment qui s'appuient sur le versant extérieur des Alpes centrales.

Terrain anthraxifère inférieur à l'extérieur des Alpes centrales.— Les premières roches de sédiment que l'on rencontre sur le versant occidental de la chaîne talqueuse, c'est-à-dire du côté du département de l'Isère et de la Haute-Savoie, sont en général des schistes argilo-calcaires à bélemnites semblables à ceux que l'on observe sur le versant opposé. Ils ont les mêmes caractères minéralogiques, les mêmes fossiles, et sont liés aux roches talqueuses par des rapports semblables. Il n'y a donc aucune raison pour ne pas les identifier, d'autant plus qu'ils peuvent être rattachés les uns aux autres presque sans solution de continuité. A Saint-Maxime-de-Beaufort, par exemple, on observe de chaque côté d'une vallée très peu large deux groupes de schistes argilo-calcaires faisant suite, l'un aux schistes du versant occidental, l'autre à ceux du versant oriental. 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, dès le premier coup d'œil, que l'un n'est que le prolongement de l'autre. Des rapports pareils entre les schistes des deux versants existent également près de Contamines, au S. de la vallée de Bonnant.

Les couches immédiatement en contact avec le terrain talqueux, du côté de la France, ne sont pas toujours des schistes argilo-calcaires. Assez souvent, ces roches sont remplacées par des grès quarzeux et micacés, associés à des schistes argileux et à des poudingues avec gîtes subordonnés d'anthracite. Ces systèmes arénacés anthraxifères renferment fréquemment des empreintes végétales semblables à celles que l'on trouve dans la Maurienne et dans la Tarentaise, et propres, par conséquent, au terrain houiller. Il est à remarquer que, nulle part, sur ce versant des Alpes,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

on ne voit, comme à Petit-Cœur, en Tarentaise, les schistes inférieurs à bélemnites alterner avec les grès à anthracite. Ceux-ci sont toujours en contact immédiat avec les roches talqueuses, et offrent même avec elles une liaison au moins aussi intime qu'avec les schistes argilo-calcaires qui viennent après, d'où l'on doit conclure que, dans le département de l'Isère et la Haute-Savoie, les dépôts anthraciteux peuvent être rapportés avec autant de raison au terrain talqueux qu'à celui des schistes inférieurs à bélemnites, question d'ailleurs assez indifférente en elle-même, puisque les talcschistes ne paraissent être qu'une modification cristalline des schistes argilo-calcaires (1). Il n'est pas douteux, dans tous les cas, que la formation appelée par nous terrain anthraxifère inférieur n'existe à la fois des deux côtés de la chaîne talqueuse, et même dans son intérieur, ainsi que nous le verrons plus tard. Du côté occidental, elle constitue une suite de collines plus ou moins élevées, formant une bordure continue au pied des sommités tal-

(1) En me fondant sur la liaison qui existe entre les schistes talqueux et les grès anthraxifères du département de l'Isère, j'ai émis l'opinion, dès l'année 1838 (voy. *Annales des mines*, 3e série, t. XVI), que ces deux systèmes de couches devaient être rapportés à un même terrain. Mais je croyais, à cette époque, que les schistes inférieurs à bélemnites étaient distincts des talcschistes, ainsi que des grès à anthracite qui leur sont associés. Depuis lors, de nombreuses observations, faites dans toute l'étendue des Alpes, m'ont convaincu qu'on ne pouvait séparer géologiquement ces trois espèces de roches. Les stratifications discordantes sur lesquelles était basée ma première opinion ayant été examinées de plus près et soumises à une vérification rigoureuse, m'ont paru ou dénuées de fondement ou tellement douteuses, qu'on ne pouvait rien en conclure.

On ne saurait attribuer au hasard cette particularité qu'offrent tous les grès du terrain anthraxifère inférieur dans le département de l'Isère et la Haute Savoie d'être précisément situés à la jonction du terrain talqueux et des schistes à bélemnites, particularité que l'on remarque également sur l'autre versant des Alpes, et à laquelle la seule localité de Petit-Cœur paraît faire exception. Il me paraît probable que les grès, à cause de leur composition hétérogène et de leur tissu, en général serré, ont offert plus de résistance à l'action métamorphique que les schistes argilo-calcaires. Si, comme l'observation semble l'indiquer, cette action est partie d'un ou de plusieurs centres et s'est propagée en rayonnant avec une intensité décroissante, il est naturel qu'elle ait été limitée plutôt par des roches arénacées que par d'autres. La même raison servirait à expliquer pourquoi on trouve plus souvent des couches de grès que de schiste argilo-calcaire intercalées dans le terrain talqueux.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

queuses, depuis les environs de Chamounix jusque dans le Valgodemard (Hautes-Alpes).

En continuant à s'avancer vers l'O., on voit les schistes à bélemnites anthraxifères dont nous venons de parler s'enfoncer, tantôt sous des dépôts d'alluvion tout-à-fait récents, tels que ceux de la vallée de l'Isère, entre Montmeillan et Grenoble, tantôt sous un terrain calcaire qui est incontestablement jurassique, et que nous allons maintenant faire connaître.

Terrain jurassique. — Quoique cette introduction ne soit destinée qu'à donner une idée générale de la constitution géologique des Alpes centrales, comme le canton de la Mure est un point unique pour la distinction du terrain anthraxifère et du terrain jurassique, nous allons entrer dans quelques détails particuliers sur cette localité.

Il existe aux environs de la Mure, sur la gauche de la route qui conduit de ce bourg à Vizille, un dépôt épais de grès à anthracite qui renferme des couches importantes de ce combustible et de nombreux restes de végétaux houillers. Ces grès, appartenant à la partie la plus basse de la série des couches anthraxifères, reposent immédiatement sur des schistes talqueux, auxquels ils succèdent sans transition brusque, en conservant la même allure et à peu près le même aspect. Des grès semblables existent à droite de la grande route, sur le bord oriental du lac de Laffrey, près du lac Mort, et jusqu'au-dessus de Saint-Barthélemy-de-Séchilienne, dans la vallée de la Romanche. Là ils sont associés à des schistes argilo-calcaires qui les recouvrent à stratification concordante, et offrent avec eux la liaison la plus intime. Tout ce système de couches fait évidemment partie du terrain anthraxifère inférieur. Un peu plus au N., tout autour de Vizille, on observe des schistes argilo-calcaires à bélemnites, avec masses gypseuses, qui appartiennent au même terrain, car leur prolongement vers le N.-N.-E. se lie intimement à des roches talqueuses et à des dépôts anthraxifères situés au-dessus de Laval, de Sainte-Agnès et de Saint-Mury.

En marchant de l'E. à l'O., on voit l'ensemble des couches argilo-calcaires et arénacées dont nous venons de parler s'enfoncer sous une formation calcaire extrêmement puissante, et, en examinant avec attention les relations des couches situées au contact, on reconnaît qu'il y a entre elles solution de continuité géologique. Un des points où ce fait peut être remarqué avec le plus de facilité et d'évidence est la montagne du Peychagnard, à une lieue au N. de la Mure. Les grès à anthracite qui en forment la base sont

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

recouverts par des bancs d'un calcaire gris, cristallin, pétri d'entroques, où l'on trouve, outre des bélemnites, des gryphées, des térébratules et des plagiostomes d'espèces propres au lias. Il y a une discordance complète de stratification entre ce calcaire et les grès situés au-dessous, et cette discordance n'est pas une simple apparence; elle a été constatée aussi rigoureusement que possible par des travaux de mines, et peut se suivre sur une longueur de près d'une demi-lieue. Le calcaire du Peychagnard se retrouve avec tous ses caractères minéralogiques et ses fossiles à Laffrey, village situé entre la Mure et Vizille; il occupe, à l'E. de ce village, un espace de terrain assez considérable et s'étend jusqu'au bord du lac Mort, où il repose, sans intermédiaire, sur les talc-schistes. Il se prolonge également à l'O., au-dessus de la grande route, et l'on reconnaît sans peine que, de ce côté, il est supérieur aux schistes à bélemnites avec masses gypseuses, sur lesquels on marche en montant de Vizille à Laffrey. Le calcaire du Peychagnard et de Laffrey est donc plus récent que le système de couches que nous avons nommé terrain anthraxifère inférieur. De plus, il paraît en être indépendant, ainsi que l'indiquent ses discordances de stratification et son indifférence de superposition sur des couches différentes d'âge et de nature. Il est naturel, par conséquent, de le considérer comme étant la base d'une nouvelle formation.

Au calcaire de Laffrey succède une grande épaisseur de schiste argilo-calcaire renfermant des ammonites du lias, puis de nouveaux bancs de calcaire à texture grenue, quelquefois compacte, alternant avec des calcaires schisteux. Cet ensemble de couches alternativement calcaires et marneuses, caractérisé par un grand nombre de fossiles liasiques, constitue le sommet des plus hautes montagnes situées entre la grande route de Vizille à la Mure et le Drac. Quand on a atteint les bords de cette rivière, on voit les calcaires les plus élevés de la formation précédente plonger fortement vers l'O. et s'enfoncer sous une série très épaisse de schistes argilo-calcaires, en général très fissiles, servant de base à la vallée. Ces schistes, que recouvre presque partout un dépôt diluvien de cailloux roulés, ne s'aperçoivent bien qu'à la faveur des berges escarpées entre lesquelles coule le Drac. Ils se terminent à l'O. par des couches calcaires plus solides, formant la chaîne de collines qui, depuis Vif jusqu'aux environs du monestier de Clermont, sépare la vallée du Drac et celle de la Gresse. Ce système de couches est très pauvre en fossiles et n'en renferme que des vestiges indéterminables. Néanmoins on peut le rapporter avec une grande vraisemblance à l'étage oolitique inférieur, car il se trouve

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

compris entre la formation calcaire des environs de la Mure, remplie de fossiles caractéristiques du lias, et un autre groupe de couches dont nous allons maintenant parler, et qui appartient à l'étage moyen jurassique. Ce dernier groupe, qui repose évidemment sur le précédent, est composé, comme lui, de deux assises de nature différente. L'une, inférieure, consiste exclusivement en schistes marneux et argileux extrêmement friables et sans stratification bien distincte, dans lesquels a été creusée la vallée de la Gresse; l'autre, supérieure, est formée de bancs calcaires gris, compactes, liés intimement aux schistes inférieurs par des couches marneuses. Cette assise supérieure borde, à l'O., la vallée de la Gresse, et constitue le premier gradin des hautes montagnes qui séparent le département de l'Isère de celui de la Drôme. Son prolongement vers le N. passe, à Grenoble, à la porte de France, et sert de base aux forts récemment construits qui dominent cette ville. On trouve, soit dans cette assise calcaire, soit dans les marnes et les schistes inférieurs, beaucoup d'ammonites, de bélemnites, de térébratules et d'autres fossiles de l'étage oxfordien. C'est, par conséquent, à ce niveau géologique que l'on doit rapporter naturellement ce dernier groupe, qui, dans cette partie des Alpes, termine la série des couches jurassiques. Au-dessus de ces bancs calcaires les plus élevés, qui, par leur position, paraissent correspondre au coral-rag, viennent des marnes grises, bleuâtres, à spatangues, puis des calcaires blancs à *Chama ammonia*, que la plupart des géologues s'accordent aujourd'hui à ranger dans le terrain crétacé.

Il est essentiel de remarquer que les trois groupes de couches jurassiques que nous venons de décrire se prolongent très loin autour de la chaîne centrale des Alpes, avec une puissance et un développement variables, mais que, ni aux environs de la Mure, ni dans aucun autre lieu, ils ne renferment des grès anthraxifères avec empreintes de végétaux houillers, de sorte que le calcaire de Laffrey doit être considéré comme un horizon géognostique au-dessus duquel disparaissent complétement les restes organisés propres au terrain carbonifère (1).

(1) Les couches irrégulières et peu épaisses d'anthracite que renferme la formation du lias dans le département des Basses-Alpes n'offrent aucune trace de restes de végétaux. Ce n'est que dans une seule localité, à Verdaches, que l'on observe des grès anthraxifères avec empreintes végétales analogues à celles de l'époque houillère; mais ces grès ne sont pas intercalés dans les couches inférieures du lias; ils sont situés encore plus bas et occupent une position géologique semblable à celle des terrains à

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Nous devons même ajouter que, dans les départements de l'Isère et de l'Ain, certaines couches jurassiques renferment des empreintes de végétaux qui sont toutes différentes de celles des grès anthraxifères et ont les caractères connus de la flore oolitique. Cette remarque est d'autant plus importante que ces couches à plantes jurassiques se trouvent à une distance peu considérable du terrain anthraxifère inférieur.

D'après les détails dans lesquels nous venons d'entrer, on voit qu'il existe sur le versant extérieur des Alpes centrales deux systèmes de couches calcaires à bélemnites. Le premier système, ou le plus ancien, est intimement lié, soit aux talcschistes, soit à des grès renfermant de l'anthracite et des végétaux de transition. Il doit être considéré comme étant le prolongement direct du terrain anthraxifère inférieur de la Maurienne et de la Tarentaise, dont il offre tous les caractères. Le second système à bélemnites est incontestablement supérieur au précédent. Quand il est bien développé, comme à l'O. de la Mure, il se divise en trois groupes de couches qui paraissent se rapporter très bien au lias, à l'étage inférieur oolitique et à l'étage oxfordien. Ce qui prouve, à notre avis, que ce second système n'est pas simplement la partie supérieure du premier, c'est qu'aux environs de la Mure il y a solution de continuité géologique dans le passage de l'un à l'autre. En outre, le système supérieur ne renferme aucune trace de débris végétaux houillers, lesquels, au contraire, abondent dans le second. Enfin, si le terrain pour lequel nous avons réservé le nom de jurassique n'était qu'une continuation du système à bélemnites inférieur, il serait l'équivalent du *terrain anthraxifère supérieur* de l'intérieur des Alpes centrales. Or, il y a, sous tous les rapports, une telle différence entre ces deux terrains, qu'on ne saurait les considérer comme contemporains sans beaucoup de difficultés. Telles sont, en résumé, les raisons qui nous ont conduit à distinguer le terrain jurassique du terrain anthraxifère inférieur. Dans la suite, ces raisons et d'autres considérations à l'appui seront exposées avec beaucoup plus de détails.

Le terrain jurassique des Alpes, tel que nous l'avons défini, forme autour de la chaîne talqueuse une longue zone de montagnes qui est en général peu large, mais remarquable par sa continuité. On peut la suivre sans interruption depuis l'extrémité sud

---

anthracite des environs de la Mure. Ce gisement ne fait par conséquent que confirmer l'antériorité des grès à empreintes végétales houillères par rapport au calcaire à gryphées.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

du département des Basses-Alpes jusque dans le Valais. Partout les couches sont relevées plus ou moins fortement vers la chaîne centrale, et ont une direction parallèle à la sienne. Lorsque la partie la plus basse de ce terrain est à découvert, on la voit reposer immédiatement sur les schistes anthraxifères inférieurs; mais il s'en faut de beaucoup qu'elle en soit séparée partout d'une manière aussi nette qu'aux environs de la Mure. Loin de là, sa limite inférieure est en général très difficile à saisir. Le calcaire de Laffrey et du Peychagnard offre peu de continuité, ou plutôt il est remplacé dans le plus grand nombre des localités par des calcaires noirs, schisteux, semblables, sous le rapport de la nature minéralogique et des fossiles, aux schistes à bélemnites du terrain anthraxifère inférieur. Lorsque ces deux espèces de roches sont en contact immédiat, il est à peu près impossible de tracer avec quelque certitude une ligne de démarcation entre elles. La discordance de stratification est alors le seul indice auquel on pourrait avoir recours; mais les cas où de pareilles discordances se présentent avec un degré suffisant d'évidence sont si rares dans les Alpes centrales, que l'on ne peut compter sur ce moyen d'observation.

Cette difficulté de séparer les schistes à bélemnites anthraxifères des schistes à bélemnites jurassiques, lorsqu'ils se succèdent sans intermédiaire, explique pourquoi ces deux systèmes de couches ont été jusqu'à présent confondus. Toutefois, comme leur liaison apparente ne résulte que de l'aspect extérieur des roches, de leur identité minéralogique et de la communauté des Bélemnites, elle ne doit pas, à notre avis, prévaloir sur des considérations géologiques plus importantes qui tendent à établir une distinction bien réelle entre les deux terrains.

Vallées que constitue le terrain jurassique; aspect général de ce terrain. — Les principales vallées ouvertes dans le terrain jurassique des Alpes centrales sont : les vallées de la Durance, entre Savène et Sisteron; du Drac, depuis Saint-Bonnet (Hautes-Alpes) jusqu'à Grenoble; de l'Isère, depuis Grenoble jusqu'à Albertville; de l'Arly, depuis Albertville jusqu'à Salanches; enfin la vallée de Sixt, à l'ouest de celle de Chamounix. Indépendamment de ces vallées qui sont situées entre les Alpes talqueuses et les formations crétacées, il existe, au-delà de ces dernières, plusieurs contrées assez étendues, également formées de roches jurassiques; elles font partie des départements des Basses-Alpes, de la Drôme, de l'Isère et de la province de Savoie.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Il y a une grande différence d'aspect physique entre les montagnes jurassiques et celles du terrain anthraxifère; les unes et les autres sont cependant formées de schistes en général marneux, alternant par grandes assises avec des calcaires. Mais dans le terrain jurassique, aussi bien que dans le terrain crétacé qui le recouvre (1), les couches ont éprouvé des dislocations moins variées; leur nature minéralogique n'a pas subi des altérations aussi grandes, en sorte qu'une même assise conserve à peu près ses caractères sur toute son étendue. En jetant un coup d'œil sur l'ensemble des montagnes jurassiques et crétacées, on y distingue sans peine deux systèmes de vallées : les unes sont longitudinales et creusées dans l'épaisseur des assises marneuses ou comprises dans un repli de couches calcaires; elles forment plusieurs lignes concentriques, sensiblement parallèles au contour général des Alpes; les autres sont transversales et ont pour origine des fractures plus ou moins larges, rayonnantes de l'intérieur de la chaîne des Alpes vers la circonférence. La plupart de ces montagnes ont une physionomie caractéristique qui se reproduit partout avec beaucoup d'uniformité. D'un côté elles présentent une base marneuse surmontée de hauts escarpements calcaires que terminent des arêtes à peu près horizontales, et de l'autre un plan incliné qui descend jusqu'au fond des vallées. Lorsque celles-ci sont transversales, ces rochers calcaires produisent des barrages à travers lesquels les eaux se sont frayé des passages étroits. De là viennent les défilés dont ces vallées offrent de fréquents exemples. Si quelques sommités s'élèvent beaucoup au-dessus des autres, elles sont taillées à pic de tout côté, et affectent la forme de dents bien différentes, des pointes aiguës qui hérissent les montagnes anthraxifères.

Le contraste qu'offrent ces dernières montagnes, comparées aux premières, est réellement frappant pour l'observateur qui, placé sur quelques points culminants de la chaîne talqueuse, peut contempler à la fois les unes et les autres. Du côté de l'Italie, c'est-à-dire dans toute la région occupée par le terrain anthraxifère, il ne voit qu'un chaos de cimes irrégulières bouleversées dans tous les sens, et offrant tout le désordre d'une contrée qui aurait été brisée par mille explosions volcaniques. Du côté de la France, il distingue de longues lignes d'escarpements s'échelonnant les

(1) Ces deux terrains ont le plus souvent la même constitution générale et le même aspect physique.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

unes derrière les autres, se courbant en arc de cercle avec une certaine régularité comme pour former les parois de l'immense cratère de dislocation d'où sont sorties les Alpes centrales.

Roches métamorphiques des Alpes. — Pour compléter cet aperçu de la constitution géologique des Alpes centrales, il nous reste à parler de certaines masses minérales cristallines qui sont subordonnées à des formations d'âge très différent et qui, étant peu étendues, n'interrompent que momentanément la continuité des couches. Ce sont principalement les Serpentines, les Variolites, les Euphotides, les Spilites et les Gypses. Les trois premières roches offrent entre elles une grande liaison, autant par leur gisement que par leurs passages minéralogiques. Il est rare en effet qu'elles ne soient pas réunies toutes les trois dans le même lieu. On pourrait même les considérer comme des variétés extrêmes d'une roche que l'on rencontre communément dans les gîtes d'euphotide des Alpes, et qui mériterait d'avoir un nom particulier dans la nomenclature minéralogique. Cette roche, que nous appelerons *Euphotide serpentineuse*, est composée de parties distinctes de feldspath compacte, de serpentine et de diallage. Ces éléments varient beaucoup quant à leur proportion relative et à leur disposition; quelques uns peuvent même disparaître complétement. Il en résulte une grande diversité de roches dont l'euphotide, la serpentine et la variolite sont des cas particuliers que l'on a distingués des autres parce qu'ils étaient susceptibles d'être mieux définis.

Les gîtes d'euphotide serpentineuse du Dauphiné et de la Savoie affectent spécialement le terrain anthraxifère. On ne pourrait en citer aucun exemple dans les couches plus récentes. Les spilites, nommées autrefois *Variolites du Drac*, se trouvent indifféremment dans les diverses formations du terrain anthraxifère et dans le terrain jurassique. Les gypses, qui sont souvent accompagnés de calcaire celluleux nommé *Cargneule*, occupent un champ géologique encore plus étendu. On les observe à toutes les hauteurs de la série des formations alpines, depuis les couches anthraxifères les plus anciennes jusque dans les terrains tertiaires. Les gypses et les cargneules sont considérés aujourd'hui par tous les géologues comme le produit d'une altération profonde qu'auraient subie des couches calcaires postérieurement à leur dépôt. Quant aux serpentines, aux euphotides, aux variolites et aux spilites, on suppose communément que ce sont des masses minérales sorties autrefois du sein de la terre, à l'état fluide, et rendues solides par leur refroidissement. Mais rien ne prouve que dans le Dau-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

phiné et la Savoie ces roches aient eu une pareille origine; elles ne constituent ni filons, ni dykes, ni culots d'épanchement; rien n'indique qu'elles se soient fait jour en brisant l'écorce terrestre. Au contraire, elles présentent dans un grand nombre de localités des traces non équivoques de stratification, et l'on reconnaît qu'elles sont intimement liées aux couches de sédiment environnantes, en prenant peu à peu leur allure et leurs caractères minéralogiques. En un mot, il n'y a aucune différence essentielle entre leur gisement et celui des gypses et des cargneules dont l'origine métamorphique n'est pas contestée. Il est naturel par conséquent de leur attribuer le même mode de formation. Il est essentiel d'ajouter que cette similitude d'origine, que nous croyons vraie dans toute la portion des Alpes que nous avons explorée, pourrait bien ne pas l'être dans d'autres pays. Il est incontestable aujourd'hui que des roches cristallines de même nature peuvent affecter, suivant les lieux, des modes de gisement opposés et par conséquent avoir été formées d'une manière différente.

Résumé de la structure générale des Alpes occidentales. — De Saussure, et après lui plusieurs naturalistes, ont été frappés de la grande différence de nature minéralogique et géologique qu'offraient les deux revers opposés des Alpes occidentales. L'observateur qui aborde cette chaîne du côté du Piémont passe immédiatement d'une plaine couverte d'alluvions récentes au sein de montagnes composées de granites et de gneiss auxquels succèdent des schistes calcaréo-talqueux, de schistes argileux et de grès; tandis que, du côté opposé, on n'atteint les premières sommités cristallines qu'après avoir traversé une grande épaisseur de couches entièrement calcaires. Ce défaut de symétrie dans la structure générale des Alpes occidentales résulte de ce que cette vaste chaîne de montagnes est réellement composée de deux chaînes partielles, simplement accolées l'une à l'autre et distinctes sous le rapport de l'âge et des caractères généraux de leurs couches. La plus ancienne de ces chaînes est celle que nous avons désignée, avec la plupart des géologues, par le nom de *centrale*, mais qui pourrait être appelée avec plus de justesse *chaîne intérieure;* car elle occupe tout l'intérieur de la zone de montagne, convexe vers le N.-O et presque demi-circulaire, qui constitue l'ensemble des Alpes.

Le système des couches qui forme la base de la chaîne intérieure et en quelque sorte son essence constitutive, au milieu de grandes variations dans la nature et l'aspect de ses roches, est une formation d'une immense puissance que nous avons appelée *terrain an-*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

thraxifère inférieur. Ce terrain, quand il n'a pas subi de transformations métamorphiques, est composé principalement de schistes argilo-calcaires, et de calcaires schisteux à bélemnites du lias. On y trouve aussi des couches subordonnées d'anthracite et de grès quarzeux ou micacés avec de nombreux restes de végétaux de l'époque carbonifère. Très souvent les schistes argilo-calcaires et arénacés ont subi l'influence d'agents plutoniques, qui les ont changés en schistes calcaréo-talqueux, talcschistes, gneiss, protogine, amphibolites, diorite, serpentine etc., etc. Cette action métarmophique ayant été très irrégulière, les couches modifiées se montrent tantôt au-dessus et tantôt au-dessous des schistes à bélemnites. Quelquefois elles pénètrent dans leur intérieur, et présentent avec eux des enchevêtrements très compliqués. En général les roches cristallines constituent les sommités les plus élevées des Alpes, et notamment la grande chaîne talqueuse qui lie le Mont-Blanc au massif des montagnes de l'Oisans (Isère).

Dans la partie des Alpes où se réunissent les frontières de la Savoie, de la France et du Piémont, le terrain anthraxifère inférieur a formé les parois d'un bassin très peu large en comparaison de son étendue, dans le sein duquel se sont déposées d'autres formations anthraxifères plus récentes dont l'ensemble constitue ce que nous avons appelé le *terrain anthraxifère supérieur*. Ce terrain a subi, comme le précédent, les atteintes du métamorphisme; il est caractérisé par l'alternance de grandes assises composées, les unes de couches calcaires à bélemnites, les autres de grès à anthracite avec empreintes végétales carbonifères. Mais plus on s'élève dans la série de ces assises, plus les caractères géologiques et palæontologiques propres aux terrains houillers deviennent dominants. Si l'on fait abstraction des formations anthraxifères supérieures qui n'interrompent qu'accidentellement la continuité du terrain anthraxifère inférieur, on voit que ce dernier terrain s'appuie immédiatement à l'E. et au S.-E. sur une zone de collines granitiques bordant la plaine du Piémont et formant de ce côté les premiers gradins des Alpes; qu'au N.-O et à l'O., il s'enfonce sous un système de couches marneuses et calcaires servant de base à la seconde chaîne partielle des Alpes, que nous nommerons, par opposition à la première, *chaîne extérieure*.

La formation la plus ancienne de la chaîne extérieure est composée de marnes et de calcaires présentant les caractères habituels du lias, mais sans mélange de végétaux houillers. Au-dessus, viennent d'autres groupes de couches que l'on doit rapporter à l'étage inférieur jurassique et à l'étage moyen, puis diverses for-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

mations crétacées et des dépôts tertiaires. L'ensemble de ces terrains forme une ceinture de montagnes d'une immense étendue dont les couches s'appuient partout contre la chaîne talqueuse et anthraxifère, sans pénétrer dans son intérieur, ni passer sur l'autre versant; ce qui semble indiquer que cette chaîne avait déjà un certain relief lorsqu'a commencé le dépôt des terrains qui l'enveloppent extérieurement.

Difficulté de fixer l'âge géologique du terrain anthraxifère. — Nous avons fait connaître la composition et les caractères généraux du terrain anthraxifère, sans avoir dit un seul mot de son âge géologique. En effet, il n'était pas absolument nécessaire d'aborder cette question pour donner une idée exacte de la constitution géognostique des Alpes centrales. D'un autre côté, ce point théorique de la géologie alpine étant à notre avis un des plus difficiles à résoudre, nous n'avons pas voulu le confondre avec d'autres que nous croyons susceptibles d'être parfaitement éclaircis par l'observation.

Suivant l'opinion la plus généralement adoptée par les géologues, les schistes anthraxifères inférieurs, renfermant des fossiles du lias, doivent être rapportés à cette formation. Cette classification, déduite uniquement des lois actuellement connues de la distribution palæontologique des coquilles, nous paraît susceptible d'objections sérieuses, quand on envisage sous un point de vue plus général l'ensemble des faits que nous offrent les Alpes; on a d'abord de la peine à ne voir qu'un étage du groupe jurassique dans un terrain dont la puissance surpasse quelquefois plusieurs milliers de mètres, et qui est à lui seul la base fondamentale des Alpes centrales sur une immense longueur. Les doutes augmentent lorsqu'au-dessus de ce terrain supposé liasique, l'on voit se succéder plusieurs formations d'une grande épaisseur qui, par leur position, devraient correspondre aux étages supérieurs jurassiques, et qui cependant n'ont pas le moindre rapport avec eux. Ces difficultés, bien réelles pour l'observateur qui étudie les Alpes sans système arrêté de classification, ne sont pas cependant les plus grandes : ainsi que nous l'avons dit plus haut, toutes les couches anthraxifères, depuis les plus basses jusqu'aux plus élevées, n'offrent que des végétaux houillers. D'un autre côté, il existe au pied du versant occidental des Alpes, à une petite distance des grès à anthracite, des terrains que tous les géologues s'accordent à rapporter à l'époque jurassique, et qui renferment aussi des empreintes végétales; mais celles-ci, en même temps qu'elles sont toutes très distinctes des plantes anthraxifères, ont

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les caractères connus de la flore oolitique. Si l'on suppose que les couches jurassiques et les couches anthraxifères sont de formation contemporaine et constituent des terrains équivalents, il en résulte nécessairement que pendant toute la durée de leur dépôt le sol émergé aux environs des Alpes nourrissait à la fois deux espèces de végétaux bien différents par leurs caractères, les uns identiques avec ceux des plus anciens âges du globe, les autres semblables à ceux de l'époque jurassique et répandus alors dans toute l'Europe. Cette conclusion, quelque extraordinaire qu'elle paraisse, ne pourrait pas sans doute être rejetée *à priori* à cause de l'incertitude où nous sommes sur les circonstances physiques qui ont présidé à la végétation de l'ancien monde; mais il est une circonstance particulière qui, à notre avis, le rend tout-à-fait inadmissible : c'est que, parmi les milliers d'empreintes et de fragments de tiges recueillies, soit dans les couches anthraxifères, soit dans le terrain jurassique voisin des Alpes, on n'ait observé nulle part le mélange des deux espèces de végétaux. Comment les courants qui ont charrié ces débris auraient-ils pu en même temps les trier, accumuler ici les plantes houillères, là les plantes jurassiques, sans que jamais le moindre fragment des unes se fût glissé parmi les autres ?. . . . (1).

On éviterait ces diverses difficultés, en ne faisant commencer les formations jurassiques des Alpes qu'au-dessus des couches à empreintes végétales houillères. Le calcaire de Laffrey et du Peychagnard, que nous avons décrit aux environs de la Mure, et dont on retrouve ailleurs les équivalents, serait alors la base de ces formations; ce qui s'accorderait très bien avec la nature des fos-

(1) MM. Élie de Beaumont et Adolphe Brongniart pensaient en 1828 (voy. *Annales des sciences naturelles*, t. XIV) que les plantes houillères des Alpes n'étaient pas nécessairement le produit d'une végétation locale, et qu'elles avaient pu être amenées de loin par des courants marins; mais cette hypothèse n'expliquerait pas mieux pourquoi le terrain anthraxifère offre une collection complète de végétaux houillers sans aucune trace de la flore jurassique supposée contemporaine. Il existe dans le Dauphiné et la Savoie de nombreuses couches d'anthracite dont quelques unes, aux environs de la Mure, atteignent jusqu'à 10 ou 12 mètres de puissance. Il n'est guère admissible que tous ces dépôts de combustible aient été formés aux dépens de végétaux exotiques, sans que les plantes des lieux environnants y aient contribué en rien. De plus, il résulte de nos recherches que les grès à anthracite les plus récents où le combustible abonde ont été déposées dans un petit bassin circonscrit de tous côtés, qui n'a pu être mis en communication avec des mers lointaines.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

siles et les caractères d'indépendance géologique qu'offre ce calcaire. Mais en adoptant cette manière de voir et en faisant sortir de la classe des terrains secondaires les couches de sédiment les plus anciennes des Alpes, on est forcé d'admettre que des dépôts contemporains des terrains de transition peuvent renfermer des fossiles du lias et aucun de ceux que l'on rencontre communément dans les formations antérieures, car, ainsi que l'a remarqué M. Elie de Beaumont, il est inouï jusqu'à présent que l'on n'ait trouvé dans le terrain anthraxifère la moindre trace de trilobites, de productus, d'euomphales et d'autres animaux dont les dépouilles caractérisent les premières couches sédimenteuses du globe (1). Est il vraisemblable que les Alpes seules fassent exception aux lois de la palæontologie ?. . . .

En réfléchissant sur les difficultés que nous venons de signaler, on se convaincra bientôt qu'elles tiennent principalement à l'imperfection de nos connaissances sur l'âge relatif de beaucoup de formations fossilifères, imperfection plus grande qu'on ne le croit communément. Les investigations géologiques, autrefois bornées à l'Europe, se sont successivement étendues à presque tous les points du globe, et parmi les nombreux systèmes de couches qui ont été décrits avec plus ou moins de détails, il en est peu auxquels on n'ait déjà assigné une place dans l'échelle générale des formations. Mais si l'on séparait d'un côté tous les systèmes dont le parallélisme a été établi d'une manière rigoureuse, c'est-à-dire par l'observation d'une continuité bien claire des couches ou par l'examen approfondi des terrains situés au-dessus et au-

(1) L'absence complète de fossiles animaux de transition dans le terrain anthraxifère, vraie, jusqu'à présent, pour la Savoie et le Dauphiné, n'est pas cependant un fait aussi général qu'on pourrait le croire. M. de La Bêche a observé sur les bords du golfe de la Spezzia des couches calcaires qui ont la plus grande analogie avec celles du terrain anthraxifère inférieur des Alpes, et dans lesquelles on trouve un mélange de coquilles, les unes propres au lias, les autres au terrain carbonifère. La détermination spécifique de ces fossiles a été faite par M. Sowerby (voy. le *Manuel géologique* de M. de La Bêche et les *Mémoires de la Société géologique de France*, 1re série, t. I). Ce mélange de coquilles a été vérifié plus tard par M. Sismonda, qui en possède une très belle collection.

M. Boué a insisté à plusieurs reprises sur la présence d'orthocères de transition au milieu d'ammonites et de bélemnites d'espèces jurassiques dans certains calcaires noirs des Alpes, notamment dans le Salzbourg, le Tyrol et aux environs du lac de Côme (voy. *Bulletin de la Société géologique*, t. XIII. p. 88 et 131).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dessous, et si l'on considérait d'autre part tous ceux dont le rapprochement n'a d'autre base que l'analogie ou l'identité de quelques fossiles, il n'est pas douteux que les premiers ne fussent en petit nombre en comparaison des seconds. On tomberait donc dans un cercle vicieux si l'on invoquait à l'appui des lois admises par les palæontologues toutes les observations faites jusqu'à ce jour. Celles qui sont réellement concluantes sont loin d'être en majorité. Comme cette remarque s'applique aussi bien aux classifications fondées sur la botanique fossile qu'à celles que l'on a déduites de considérations purement zoologiques, nous croyons pouvoir en conclure que l'âge du terrain anthraxifère des Alpes ne peut pas être fixé définitivement dans l'état actuel de la science. Il convient d'attendre que l'étude à peine commencée des terrains par bassins soit plus avancée et que l'on ait déterminé plus complétement le maximum des différences palæontologiques qu'ont pu produire autrefois les influences locales. Cependant, s'il fallait émettre dès à présent un avis, nous dirions que l'hypothèse qui nous paraît le mieux en harmonie avec l'ensemble des faits déjà constatés et la moins susceptible d'objections graves est celle qui place le terrain anthraxifère dans la période de transition. Ce n'est pas ici le moment de développer cette opinion, que nous ne présentons d'ailleurs qu'avec beaucoup de réserve. Nous n'aborderons ce sujet qu'après avoir fait connaître dans tous leurs détails les faits géologiques sur lesquels nous devons nous appuyer.

Division de l'ouvrage en cinq parties. — Les divisions principales de notre ouvrage se déduisent naturellement de tout ce qui précède; il se composera de cinq parties distinctes.

La première partie sera consacrée aux roches talqueuses, dont nous ferons connaître la nature minéralogique et le mode d'association sur les points les plus intéressants de la grande chaîne qu'elles constituent; nous donnerons ensuite une idée suffisamment étendue de la formation granitique du Piémont, en faisant ressortir les différences minéralogiques et géologiques qui la distinguent du système talqueux.

Dans la seconde partie, nous présenterons d'abord une coupe générale et détaillée de tout le système anthraxifère; ce qui nous conduira à partager cette série immense de couches en deux étages principaux. Nous considérerons ensuite en particulier le terrain anthraxifère inférieur et les relations si remarquables qui l'unissent au terrain talqueux. Nous essaierons de prouver, en nous appuyant sur de nombreuses observations, que ce dernier terrain n'est qu'une modification cristalline du premier.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La troisième partie aura pour objet les formations anthraxifères supérieures, encore si peu connues des géologues ; nous exposerons avec détail nos observations sur leurs fossiles, leurs roches métamorphiques, leur disposition relative et leur distribution géographique dans la Savoie et le département des Hautes-Alpes.

La quatrième partie comprendra les descriptions du terrain jurassique sur le versant antérieur des Alpes, en s'arrêtant aux limites supérieures et inférieures que nous avons indiquées. L'examen des rapports qui existent entre ce terrain et les couches plus anciennes nous amènera naturellement à traiter la question de l'âge géologique des formations anthraxifères et à développer les raisons qui tendent à les faire descendre au-dessous du lias.

La cinquième et dernière partie complétera, sous forme d'appendice, la description géologique des Alpes centrales, en faisant connaître certaines roches cristallines peu étendues et de nature variée, telles que les serpentines, les variolithes, les spilites, etc., que l'on rencontre indifféremment à diverses hauteurs dans la série des couches alpines. Nous examinerons particulièrement les circonstances de leur gisement et leur liaison avec les couches de sédiment environnantes, d'où nous déduirons leur mode de formation le plus probable.

Après la lecture de M. Gras, M. Agassiz fait une communication verbale sur un Oursin fort singulier que possède M. Michelin. Ce curieux fossile se distingue de tous ses congénères par la prolongation d'une de ses parties en forme de rostre, et par la forme non symétrique des ambulacres. M. Agassiz propose de lui donner le nom de *Metaporinus Michelini*, cette dénomination rappelant la forme curieuse de l'animal. Ce fossile a été trouvé à Périgueux, probablement dans la craie.

M. Bernard offre à la Société une suite de fossiles et de roches, en confirmation d'une note géologique lue aux séances de Paris, en mai dernier, savoir : trois échantillons de *Pholadomya* du terrain oxfordien; quatre échantillons de l'oolite corallienne, parmi lesquels se trouvent deux exemplaires d'âges différents de la rare espèce appelée *Itieria Cabaneti* (Matheron, congrès d'Aix), ou *Tornatella Cabaneti* (d'Orb.). Ces deux fossiles sont d'une beauté remarquable. M. Bernard offre aussi plusieurs variétés d'une roche sili-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

reuse à térébratules qui paraît inférieure au calcaire corallien. Il croit avoir aperçu une roche analogue, en descendant le Mont-du-Chat, du côté de Haute-Combe. Le temps ne lui a pas permis de vérifier cette observation.

Séance du 18 *août*,

à Aix-les-Bains, 11 heures du matin.

PRÉSIDENCE DE MGR RENDU.

La séance a eu lieu dans le vaste et beau salon du Cercle, mis à la disposition de la Société par les soins de MM. les administrateurs de l'établissement des bains. L'enceinte était remplie par une assemblée nombreuse, composée, soit des habitants de la ville, soit des étrangers, que la réputation justement méritée des eaux d'Aix y réunit de toutes les parties de l'Europe.

Le président annonce une nouvelle présentation.

M. le chanoine Landriot donne lecture du procès-verbal de la troisième séance du 16.

M. Chamousset expose à peu près en ces termes les observations faites par la Société dans la course du 13 sur le Mont-du-Chat :

Partie de Chambéry à huit heures du matin, par le chemin de fer, la Société a traversé rapidement la jolie vallée qui sépare cette ville du Bourget. Le fond de cette vallée est occupé par des bancs de sable et de cailloux. Ce sol, aride de sa nature, est partout recouvert d'une belle végétation, grâce à un système d'irrigation habilement dirigé qui a transformé cette plaine caillouteuse en riches prairies et en champs fertiles. Nos regards se sont portés quelques instants sur l'immense dépôt d'alluvion ancienne qui forme d'un côté la colline de la Boisse et de Saint-Ombre, et de l'autre celle de la Motte et du Trembley. L'escarpement voisin de la source ferrugineuse de la Boisse, et l'identité de composition des collines qui forment les deux côtés de la vallée, paraissent annoncer

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

que les collines de la Boisse et de la Motte formaient autrefois un seul dépôt continu, plus tard coupé et dénudé.

Peu après avoir traversé le Bourget, en suivant la route du Mont-du-Chat, la Société a fixé son attention sur une roche extrêmement remarquable, appartenant à la base de la formation tertiaire marine ou miocène. Cette roche est un poudingue ou conglomérat, principalement composé de fragments calcaires arrondis, dont la grosseur variable atteint souvent un pied cube. L'aspect minéralogique de ces galets ne permet pas de douter qu'ils ne proviennent des calcaires jurassiques et néocomiens de la montagne voisine, contre laquelle cette roche est appuyée. Ces galets sont mêlés à plusieurs variétés de cailloux siliceux, qui sont en général de même nature que les rognons et les bandes de silex des roches néocomiennes. Les cailloux calcaires et siliceux sont empâtés dans un grès identique à nos grès tertiaires marins, dont les grains, tantôt très fins, tantôt de la grosseur d'une noix, sont formés de quarz, de silex, de jaspe, etc., et mélangés avec des paillettes de mica. M. Virlet y a fait observer des rognons siliceux bréchiformes à surfaces verdâtres, qui lui semblent tout-à-fait étrangers aux roches de la vallée. M. Favre croit qu'ils proviennent du grès vert, dont les débris, suivant lui, ont dû fournir une bonne partie des matériaux de nos grès tertiaires. Enfin, tout ce système est fortement lié par du carbonate de chaux, ciment ordinaire de ces dernières roches.

Plusieurs membres en ont détaché des dents de squales, des pectens, ainsi que des polypiers, que M. Michelin a reconnus pour des espèces de l'époque tertiaire. Ce qui surtout a excité l'intérêt, c'est que tous les galets calcaires sont percés tout autour de trous cylindriques d'un demi-centimètre environ de diamètre et de plusieurs centimètres de profondeur. Ces trous sont remplis de grès. M. de Verneuil a trouvé dans une de ces ouvertures des débris de coquilles qui sont probablement les restes d'une coquille perforante. Ce fait n'est pas nouveau : un confrère et un ami, qui maintenant se trouve retenu par des devoirs impérieux dans des contrées lointaines, M. Itier de Belley, avait aussi trouvé la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

phollade dans cette même roche, et au fond de l'ouverture qu'elle avait creusée.

Je crois ne suivre que l'indication rigoureuse des faits, en admettant que ce lieu était autrefois un rivage de la mer tertiaire, que les fragments calcaires, détachés de la montagne, ont été arrondis sur place par le mouvement des eaux et percés de trous durant les temps de calme, par les coquilles perforantes ; qu'ensuite ils ont été enveloppés par les grès tertiaires que des courants y venaient déposer. On ne peut douter, d'une part, qu'avant le dépôt du grès et de la molasse, toutes nos montagnes ne fussent déjà soulevées, car l'on ne trouve aucune trace de mollasse sur le sommet de nos montagnes. Ainsi notre sol avait déjà alors à peu près tous les grands traits de sa configuration actuelle. D'autre part, il est évident aussi qu'après le dépôt miocène, nos montagnes ont été portées à une plus grande hauteur, en soulevant avec elles les molasses déposées à leur base. La roche que nous venons d'examiner a ses couches relevées, mais à un degré moindre que les roches calcaires du voisinage. Ce dernier soulèvement a rompu sur plusieurs points les chaînes de montagnes, et établi des communications nouvelles entre les vallées voisines, comme nous aurons l'occasion de l'observer par la suite.

M. Favre a fait remarquer que cet étage intéressant de la formation tertiaire marine se retrouve avec les mêmes caractères au versant S.-E. du petit Salève.

La route du Mont-du-Chat, s'approchant de plus en plus de l'axe de la montagne, sort bientôt de ce conglomérat miocène, et va couper les roches plus anciennes. On rencontre de suite la formation néocomienne contre laquelle s'appuie la roche précédente. Les éboulements et les travaux de l'agriculture ne permettent cependant pas d'observer la superposition de ces roches, ni de reconnaître l'absence des formations intermédiaires. Mais à Haute-Combe, et sur plusieurs autres points des bords du lac, on voit le grès marin reposer immédiatement sur le calcaire à Chama ammonia.

Au sortir de la roche tertiaire, la route coupe toute la série néocomienne dans l'ordre suivant :

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Calcaire blanc, contenant de petites *Chama*.

Calcaire jaunâtre, qui n'est pas encore celui de Neuchâtel, et dans lequel nous avons recueilli des oursins et le *Myopsis unioïdes*, que M. Louis Pillet y a fait observer.

Calcaire blanc, contenant les *Chama ammonia*, quoique nous n'ayons pas eu l'occasion d'en observer dans la course d'hier.

Calcaire jaune de Neuchâtel, et grès jaune à grains verts.

Marnes grises et calcaires marneux gris, abondants en *Spatangus retusus*, gryphées, etc.

Enfin calcaire gris-jaunâtre, compacte, reposant contre les roches jurassiques.

L'existence de deux étages distincts de calcaire blanc, au sommet de l'échelle néocomienne, l'un supérieur à petites *Chama*, l'autre inférieur à *Chama ammonia*, séparés par un calcaire jaunâtre terreux à Spatangues, s'observe très bien à Haute-Combe, vers la fontaine intermittente, à Annecy, à la Puïa, et dans beaucoup d'autres localités de la Savoie.

La route pénètre ensuite dans les premiers étages de la formation oolitique. C'est d'abord un calcaire blanc compacte, ne présentant que des traces de fossiles indéterminables; vient ensuite un calcaire blanc à belles oolites blanches de la grosseur d'un pois, et un calcaire blanc compacte renfermant des nérinées et une grande quantité de polypiers, que M. Michelin a déclaré être des espèces coralliennes.

Cette partie de la route est celle qui est dominée par la Dent-du-Chat. Les couches, inclinées d'environ 60° vers l'E., courent dans la direction N.-20°-E. La partie de la montagne comprise entre la Dent-du-Chat et le col sur lequel passe la grande route est coupée par de nombreuses fentes à peu près verticales. M. Virlet a fait remarquer, dans les points où la roche est le plus disloquée, des fentes remplies de fragments de la même roche. Ces ruptures de la montagne ont été causées par un changement de direction qu'elle a éprouvé en ce point. La partie de la montagne qui sépare la vallée de Chambéry de celle d'Aiguebelette et de Novalaire, et l'autre partie de la montagne qui se prolonge au-dessus

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de Haute-Combe, forment entre la Dent et le Col-du-Chat un angle dont l'ouverture regarde Yenne.

La route, après avoir percé jusqu'au milieu du calcaire à nérinées et à coraux, s'éloigne un instant de l'axe de la montagne, traverse de nouveau en sens contraire les couches jurassiques supérieures, et revient dans les roches néocomiennes.

Ces dernières roches, qui, depuis le Bourget jusqu'au pied du col du Mont-du-Chat, ne s'élèvent qu'à une petite hauteur au-dessus du lac, atteignent tout-à-coup la hauteur du col lui-même, et forment le plateau situé au milieu de la montagne qui comprend toutes les terres cultivées de la commune du Mont-du-Chat. Ce plateau, à peine visible depuis la plaine, est très pittoresque. Les têtes des couches, fortement relevées des étages néocomiens inférieurs et moyens, s'y décomposent en terre fertile, et se transforment en champs et en prairies. Elles s'appuient à l'O. contre le calcaire blanc jurassique, dont les couches se prolongent plus haut pour former le sommet de la montagne. Elles se terminent à l'E. par le calcaire blanc néocomien dont les couches nues et arides plongent sous les eaux du lac. (Voy. pl. XI, fig. 3.)

Afin de parvenir à la hauteur du col par une pente douce et uniforme, la route qui est tracée dans la formation néocomienne va et revient plusieurs fois sur elle-même, en coupant les couches presque perpendiculairement, et parcourant chaque fois toute la série néocomienne depuis les roches jurassiques jusqu'au calcaire à *Chama*, et *vice versâ*, de sorte qu'il est possible de compter les couches les unes après les autres, d'en mesurer l'épaisseur, et de les examiner avec le plus grand détail. On dirait qu'ici les travaux de l'art ont eu pour objet principal de rendre facile l'observation de la nature. C'est ici surtout que notre savant collègue, M. Itier, dont nous regrettons l'absence, a étudié les caractères du terrain néocomien dont il a donné une description très étendue. Il me suffira de rappeler brièvement la série néocomienne, telle qu'elle se présente d'elle-même au géologue qui suit la route du Mont-du-Chat. En commençant par les couches les plus récentes qui sont du côté du lac, on trouve successivement :

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1° Le calcaire blanc à *Chama*. Ses couches inférieures se colorent peu à peu en jaune et en rouge : on y remarque une couche toute pétrie d'huîtres. M. Favre a trouvé la même couche au Salève.

2° Le calcaire jaune friable, passant à un grès, et contenant beaucoup de grains verts.

3° Des marnes grises dans lesquelles nous avons trouvé des gryphées, des spatangues, le *Nautilus neocomiensis*, diverses ammonites, entre autres l'*Ammonites radiatus* d'Orb., une trigonie, que M. Doublier a fait remarquer, et surtout un bel échantillon du *Pigurus Montmolini*, que M. Michelin y a rencontré : il y est très rare.

Ces marnes renferment aussi des boules de quarz, dont l'extérieur est souvent mamelonné d'une manière fort curieuse. L'intérieur est fréquemment creux, et la boule devient une géode. Dans ce cas, tantôt l'intérieur est tapissé de cristaux de quarz hyalin blanc ou légèrement coloré en améthyste; tantôt il est mamelonné, et le quarz s'y change en silex noir ou d'un blanc laiteux; tantôt enfin, il est rempli de carbonate de chaux amorphe ou cristallisé.

Ces géodes, dont nous n'avons pu rencontrer qu'un petit nombre, sont très abondantes sur quelques points de la même montagne. Mais on les trouve plus nombreuses et minéralogiquement plus belles sur presque toute l'arête de la montagne qui sépare le Chautagne de la vallée de Rumilly, depuis Cessent jusqu'à Clermont.

Les marnes se changent ensuite en un calcaire gris marneux, dont les bancs, de un à deux décimètres d'épaisseur, se décomposent en nodules et en boules irrégulières.

Viennent ensuite de nouvelles marnes auxquelles succède de nouveau le calcaire marneux.

4° Enfin un calcaire jaune très dur, tout pétri de fossiles, parmi lesquels une ostrea semblable à l'*Ostrea carinata* est extrêmement abondante et caractérise cet étage, qui est le même que le calcaire à natices et à nérinées de la cascade de Couz.

Lorsqu'après avoir achevé tous ses détours, la route est près d'arriver au sommet du col, elle sort des roches néo-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

comiennes et entre immédiatement dans les couches jurassiques sur lesquelles les roches précédentes reposent en stratification concordante.

Le premier ban jurassique a sa surface couverte de grands pectens, et percée d'une infinité de trous dans l'un desquels M. Favre a fait voir quelques restes de coquille, probablement de coquille perforante. M. Clément-Mullet a rappelé à cette occasion qu'il a vu, lui aussi, des traces de phollade sur le terrain jurassique supérieur dans le département de l'Aube.

C'est dans les premières couches du calcaire blanc jurassique qu'on a commencé à exploiter un dépôt de fer hydraté, un peu au-dessus de l'église du Mont-du-Chat. La Société a pu examiner le minerai sur la route où l'on en a fait un amas.

Le passage du Mont-du-Chat coupe perpendiculairement les couches de la montagne; en suivant la route, on voit très bien toutes les variétés du calcaire blanc, qui occupe en Savoie le sommet de la formation jurassique. On retrouve les couches à coraux et à nérinées un peu avant d'arriver au col; à ce point précis, il recouvre une masse non stratifiée de dolomie grenue, tantôt blanche, tantôt jaune, qui a tout l'aspect d'un véritable grès. En descendant le revers O. de la montagne, toujours suivant la route, nous avons vu la dolomie reposant sur un calcaire jaunâtre, légèrement marneux, qui est probablement la partie supérieure de l'oxford-clay. La couleur de ce calcaire passe peu à peu au bleuâtre, en même temps qu'il devient beaucoup plus marneux. La roche alors est composée de lits de trois à quatre pouces d'épaisseur, plissés en forme de zig-zag d'une manière extrêmement remarquable (pl. IX, fig. 4). Chaque couche est repliée à angle droit, et souvent même à angle aigu, sans être brisée au sommet de l'angle; la distance d'une courbure à l'autre n'est que de cinq à six pieds. La route coupe deux fois cette formation sur une grande longueur; nous avons pu compter trente trois plissements consécutifs. Au-dessous de ce calcaire marneux est une assise puissante de marnes feuilletées.

La Société a pris quelques instants de repos et un repas

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

frugal auprès d'une source abondante et pure, qui sort des marnes oxfordiennes dans le voisinage de la route; puis, descendant toujours dans l'ordre des couches, elle a vu ces marnes recouvrir un calcaire gris-blanc, renfermant, comme couche subordonnée, le fer oolitique du Mont-du-Chat, connu de tous les géologues par sa richesse en ammonites et autres fossiles. Le fer oolitique se découvre sur plusieurs points à la surface du sol.

Nous étions arrivés à la base de l'oxford-clay. L'oolite ferrugineuse et le calcaire gris qui l'encaisse forment un excellent horizon géognostique. Les fossiles que j'ai pu recueillir dans le calcaire gris, dans la course d'hier et dans une précédente course, sont les mêmes que ceux de la colline de Lémenc près de Chambéry, où le fer oolitique manque absolument.

Le calcaire devient dans le bas beaucoup plus marneux, et marque le passage de l'oxford-clay à l'oolite inférieure. Il recouvre immédiatement un calcaire très dur à facettes miroitantes. Celles-ci sont dues à des articles et autres débris de pentacrinites, dont ce calcaire paraît entièrement composé. La roche s'altère un peu au contact de l'air, et laisse voir à sa surface une multitude d'articles de pentacrinites. Elle a beaucoup d'analogie avec celle que les géologues suisses appellent la *dalle nacrée*.

Au-dessous de la dalle nacrée est un autre calcaire aussi très dur, qui contient une grande quantité de silex poreux ayant des formes très variées. C'est le dernier étage oolitique que l'on puisse observer sur cette montagne. En descendant plus bas, nous aurions retrouvé le calcaire blanc corallien et d'autres formations plus récentes.

Le fer oolitique du Mont-du-Chat paraît minéralogiquement identique avec celui que présentent plusieurs localités entre le lias et l'oolite inférieure; mais les fossiles en sont très différents, aussi bien que la position géognostique. La mine de fer du Mont-du-Chat se montre sur plusieurs points du revers occidental de la montagne, en particulier à Billeme, à Lucey et à Chanaz. On l'exploite dans cette dernière commune, et on le transporte ensuite à Annecy, pour le mé-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

langer comme castine dans les hauts-fourneaux, avec les fers carbonaté et oxidé de la Maurienne.

Je regrette que le mauvais temps, en nous retenant vendredi à Chambéry, ait empêché la Société de suivre en entier le plan qu'elle avait d'abord adopté pour son itinéraire. D'Yenne à la Balme, nous aurions vu plus parfaitement toutes les couches du calcaire blanc, qui occupe le sommet de l'échelle jurassique en Savoie. On trouve près d'Yenne les premières couches jurassiques, immédiatement recouvertes des roches néocomiennes. On traverse successivement les couches plus anciennes jusqu'à Balme. Le calcaire blanc qui est à côté du pont en fil de fer, jeté sur le Rhône au-dessus de Pierre-Châtel, est extrêmement remarquable par une quantité prodigieuse de chailles, soit de boules d'un décimètre environ de diamètre, composés d'un silex blanc laiteux; d'un autre côté, il est peu d'explorations géologiques qui réunissent plus d'agrément et d'utilité que celle de Lucey et de Chanaz. A Lucey, les calcaires et les marnes du jurassique inférieur se présentent sous l'oolite ferrugineuse avec une très grande abondance de fossiles. : on peut les recueillir surtout dans les vignes qui sont au-dessus de l'église. La route qui conduit de Lucey à Chanaz est constamment dans les marnes oxfordiennes, que l'on y peut étudier d'une manière complète. A Chanaz, le fer oolitique est exploité à la surface du sol; il n'y a pas un fragment de la mine qui ne contienne plusieurs fossiles : il y en a de très beaux et de très variés. J'ai plaisir à rappeler ici le zèle scientifique de M. l'abbé Girod, curé de Chanaz, qui s'applique à former une collection complète des fossiles de cette localité intéressante. En allant depuis Chanaz ou depuis Lucey à Haute Combe, par Saint-Pierre de Curtil, on traverse de nouveau les deux séries jurassique et néocomienne. L'oolite inférieure qui est sur les bords du Rhône est suivie immédiatement des roches oxfordiennes; celles-ci continuent jusqu'à une petite distance de l'église de Saint-Pierre de Curtil, qui est bâtie sur le néocomien moyen. Le calcaire blanc qui domine le lac et Haute-Combe est le calcaire à Chama, contre lequel s'appuient les grès marins et la molasse, sur les bords du lac.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La nécessité de gagner un jour pour rendre possible le voyage en Tarentaise, où d'importantes observations appelaient la Société, lui a fait abandonner la visite de Lucey et de Chanaz, pour se rendre immédiatement à Haute-Combe.

Elle a traversé de nouveau le col du Mont-du-Chat, et, quittant la grande route, elle a pris un petit sentier qui conduit au village de Grate-Loup. M. Favre a fait observer, en passant, un bloc erratique strié. MM. Carrel et Virlet ont appelé l'attention sur quelques parties de la roche corallienne qui était polie et striée en place. De nombreux blocs erratiques, parmi lesquels on distinguait plusieurs blocs de granite porphyroïde, gisaient dans le voisinage. Ces savants ont pensé que c'était là tout autant de preuves d'un ancien glacier.

La Société a continué sa route pendant quelque temps sur les couches du néocomien inférieur et moyen qui forment le plateau du Mont-du-Chat, puis elle est descendue à Haute-Combe par un sentier pratiqué dans le calcaire à *Chama ammonia*. Elle a visité avec intérêt la fontaine intermittente, appelée Fontaine-des-Merveilles, qui sort de ce même calcaire à *Chama*. Près de là, elle a vu les grès marins à dents de squales, reposant sur le calcaire blanc néocomien à petites Chama. La surface de celui-ci est percée d'une multitude de trous de phollades, dans lesquels j'ai eu l'occasion de découvrir des restes de coquille. Cette couche perforée, mise à nu depuis peu de temps, était entièrement recouverte d'un banc de molasse : les trous sont encore remplis de ce grès.

Là se sont terminées les observations géologiques de cette belle journée. La Société est venue se délasser quelque temps de ses fatigues dans la royale abbaye de Haute-Combe, où elle a reçu de la part des bons religieux l'accueil le plus cordial. Elle a visité les superbes mausolées qui remplissent l'église, moins remarquable par le grand nombre de ses monuments que par la perfection du travail avec laquelle ils ont été exécutés.

La Société avait été précédée à Haute-Combe par M. le baron Despines, M. Blanc, docteur-médecin, M. le chevalier Domenget, et M. Bonjean, qui avaient fait préparer les bateaux nécessaires pour la traversée du lac. Au port, les mem-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

bres de la Société trouvèrent des voitures que l'administration des eaux d'Aix leur avait envoyées.

Ce matin, la Société a visité les diverses parties de l'établissement des bains renommés dès la plus haute antiquité parmi les plus salutaires de l'Europe. Les restes imposants des constructions romaines, qui ont fixé l'attention de la Société, attestent quelle importance les eaux avaient déjà acquise à une époque reculée. M. Despines fils, a mis sous les yeux de la Société des ptérocères et d'autres fossiles trouvés dans le calcaire blanc d'où sortent les eaux. L'on a pu en conclure que cette roche est le terrain néocomien supérieur. En général, toutes les roches calcaires qui sont à découvert dans les environs d'Aix, et dont on se sert pour les constructions dans cette ville, appartiennent à la formation néocomienne. M. Despines a aussi montré à la Société plusieurs échantillons remarquables de chaux sulfatée, les uns amorphes, les autres parfaitement cristallisés, qu'il avait détachés de la roche à la source même dite de l'Eau-d'Alun, et qui provenaient d'un métamorphisme dû à l'action des eaux sulfureuses sur le calcaire blanc néocomien. Il a présenté en même temps des cristaux de sulfate de fer, recueillis dans la source dite de Soufre, et qui sont le résultat de la décomposition de pyrites contenues dans la roche, sous l'influence prolongée de l'humidité et d'une température élevée.

DISCUSSION ET COMMUNICATIONS.

M. Virlet communique les observations suivantes, à l'occasion de la visite de la Société à la carrière d'oolite ferrugineuse de la Dent-du-Chat.

Note sur la formation des Oolithes ferrugineuses.

Depuis longtemps, dit-il, la singulière structure des oolithes, et particulièrement de l'oolithe ferrugineuse, me préoccupe ; souvent j'ai cherché à me rendre compte de son origine, et je crois être arrivé à une explication qui me paraît assez rationnelle.

Si on observe, d'un côté, que le fer à tous les états, soit d'oxydes, de carbonate, de sulfures, soit même d'ydrate, est une substance

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

éminemment plutonique qui, à différentes époques, a surgi de l'intérieur et a donné lieu aux nombreux filons qui traversent et sillonnent les rochers dans tous les sens, et les enlacent quelquefois comme d'un réseau de fer, et qu'elle est certainement l'un des agents les plus puissants du métamorphisme; si l'on observe, d'un autre côté, que les grains d'oolithes de fer, quelque petits qu'ils soient, sont presque tous creux, et formés de couches concentriques; ne peut-on pas supposer qu'ils sont aussi le résultat d'émanations ferrugineuses, lesquelles, en s'échappant à travers une masse d'eau, y ont donné lieu à une multitude de petits globules gazeux, qui, agités et flottés à sa surface, y ont formé comme autant de centres, autour desquels les molécules de fer venaient successivement se précipiter ou se condenser, jusqu'à ce qu'enfin devenus trop lourds, ils retombaient en forme de pluie ou plutôt de grêle sur un fond où en même temps se formait et se déposait la masse ordinairement calcaire qui les renferme? Contrairement à la grêle de glace qui ne porte que trop souvent la dévastation, là, où elle tombe avec trop d'abondance, cette grêle métallique marine est aujourd'ui pour les contrées où elle a été le plus abondante une ressource minérale très précieuse. Elle paraîtrait cependant avoir généralement été peu abondante à la montagne de la Dent-du-Chat, car l'oolithe que nous y avons reconnue me paraît trop pauvre en fer pour être exploitée comme minerai; mais elle peut très bien l'être avec avantage comme fondant destiné à enrichir les mélanges de minerais qu'on introduit dans les hauts-fourneaux pour en obtenir de la fonte.

Cette manière d'envisager la formation des oolithes expliquerait assez bien leur inégale répartition dans la masse et dans les différentes localités.

Mgr Rendu fait observer que le minerai de Chanaz en effet n'est employé que comme castine dans les hauts-fourneaux des environs d'Annecy.

M. Fabre fait observer que l'idée de l'injection du fer n'est pas une idée nouvelle; que M. d'Omalius d'Halloy a signalé des sables et des minerais de fer auxquels il attribue cette origine; que M. Gressly a découvert, dans les parties les plus disloquées du Jura, de petits cratères formés par des déjections de ces mêmes sources sableuses et ferrugineuses.

M. Virlet réplique qu'il n'a pas eu l'intention de présenter

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

le phénomène des émanations ferrugineuses comme un fait nouveau, quoiqu'il pût peut-être réclamer pour lui la priorité de l'idée, puisqu'il a fait connaître, il y a déjà plus de dix ans, dans son ouvrage sur la Morée, un gisement de fer hydraté qui existe dans l'île de Mycone, et qu'il a signalé comme de formation plutonique. Il croit néanmoins que la théorie de la formation du fer oolitique, qu'il a exposée tout-à-l'heure, est nouvelle.

M. Virlet annonce ensuite qu'il regarde les pyrites de fer, dont les calcaires jurassiques et néocomiens du pays sont parfois tout pénétrés, comme la cause première de l'existence des sources sulfureuses de la contrée, phénomène qui du reste peut être complexe. Il appelle l'attention de M. Bonjean à ce sujet, et l'engage à faire une analyse délicate de ces pyrites, pour s'assurer s'il n'y trouverait pas une partie des éléments si curieux qu'il a constatés dans les eaux minérales de la Savoie.

M. Virlet communique encore les détails suivants.

Note sur la décomposition des Pyrites de fer.

Les pyrites de fer, en se décomposant, ont souvent donné lieu à la formation d'hydrate, et les minerais hydratés que nous avons rencontrés en tas sur la route, et qui proviennent du Mont-du-Chat, paraissent en être la preuve; en voici un échantillon que je mets sous les yeux de la Société, qui est encore pyriteux dans le centre, tandis que l'enveloppe extérieure est entièrement passée à l'état d'hydrate; on peut y suivre les différents degrés de transformation.

J'ajouterai que j'ai eu occasion de constater une transformation analogue très remarquable dans les Cévennes (c'est ici un autre genre de métamorphisme). A Saint-Julien-de-Valgagnes, près Alais (Gard), existe un gisement de pyrites de fer extrêmement puissant; ce sont des couches du calcaire marneux jurassique qui ont été tellement pénétrées par des éruptions ou émanations pyriteuses, qu'il semble que tout le terrain n'est plus qu'une masse de pyrites, et cela sur une puissance visible à la surface de plus de 25 pieds.

Ces pyrites ont autrefois donné lieu à une vaste exploitation de couperose (sulfate de fer), mais qui est abandonnée depuis plus de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vingt ans. Sur les flancs de la colline opposée à celle où sont les anciennes galeries d'exploitation, existent de vastes carrières de fer hydroxidé le plus souvent résinoïde, qui proviennent, ainsi que j'ai pu m'en assurer, de la transformation de ces pyrites, et les ouvriers savent qu'à une certaine profondeur, que j'ai pu constater moi-même dans le moment où je m'y trouvais, ces minerais devenaient pyriteux ; ils donnent alors des fontes très mauvaises et très cassantes. Il est facile de s'assurer d'ailleurs, en pénétrant dans les anciens travaux, que la transformation des pyrites continue toujours. A quelle cause est due cette transformation ? Est-elle purement chimique, ou bien est-elle électro-chimique ? Je penche pour cette dernière opinion. A quelle époque ces pyrites ont-elles surgi et ont-elles pénétré le terrain jurassique ? C'est là une autre question que je me réserve d'examiner ailleurs.

M. Fabre lit, au nom de M. Agassiz, la note suivante. Il met en même temps sous les yeux de la Société les épreuves de planches qui accompagneront le travail dont cette note présente un résumé.

M. Agassiz, ayant été forcé de quitter subitement notre réunion, m'a chargé de vous exposer les résultats auxquels il est arrivé, et l'intime conviction qu'il a acquise au sujet des prétendues identités des coquilles tertiaires et des coquilles vivantes.

Pour assurer d'une manière essentielle les résultats météorologiques qu'il nous a exposés dans une des séances précédentes, et qu'il a déduits de la présence de la *Cyprina Islandica* dans les terrains quaternaires de Sicile et dans les mers d'Ecosse, il a examiné tous les fossiles que l'on classait sous ce nom. Il a trouvé qu'il y régnait la plus grande confusion. En effet, sous ce nom ou sous celui de *Cyprina Islandicoïdes*, on a rangé non seulement une *Cyprina*, mais encore deux Vénus et deux Cythérées, dont les caractères distinctifs sont exprimés par ses planches.

Lorsqu'il a vu qu'il régnait une pareille confusion dans les fossiles de ces formations, il a été conduit à faire un long travail uniquement sur les coquilles tertiaires, qu'il croyait identiques avec les coquilles vivantes, et il a surtout choisi les espèces le plus ordinairement citées par les géologues, comme des exemples de fossiles identiques dans divers terrains.

Il a étudié d'abord les grandes espèces pour se soustraire à la difficulté de l'observation. Il ne l'a point fait d'après des principes nouveaux, relativement à la délimitation des espèces, mais d'après

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les principes reçus et rigoureusement appliqués. Cette étude l'a conduit à conclure, 1° que les terrains tertiaires ne présentent aucun fossile identique avec les coquilles vivantes; 2° que les fossiles des terrains quaternaires sont identiques aux coquilles de l'époque actuelle, et n'en diffèrent que par une position et une circonscription géographique différente.

Les coquilles qui sont figurées dans ses planches sont les suivantes :

Myristica cernuta Ag. de Bordeaux, confondue avec la *Myristica melongena* Sow. ou *Pyrula melongena* Lam., vivante.

Cytherea pedemontana Ag. de l'Astesan (*Cyprina Pedemontana* Lam. *Venus Brocchi* Desh.), *Venus umbonaria* Ag., de l'Astesan, (*Venus Brocchi* Desh.), *Cytherea Lamarkii* Ag., *Venus Islandicoïdes* Ag. de Bordeaux (*Venus Brocchi* Desh.), espèces qui étaient toutes confondues sous le nom de *Cyprina Islandica* ou *C. Islandicoïdes*.

Artemis orbicularis Ag. de l'Astesan, confondue avec l'*A. concentrica* Desh. de l'Atlantique. *Venus Cincta* Ag. de l'Astesan, confondue avec le *V. Rugosa* Gmel.

Venus excentrica Ag. de l'Astesan, confondue ave le *V. verucosa* Lin.

La *Cytherea Dubois*, Andréoski de Volhynie, la *C. lævis* Ag., de la même localité, étaient confondues avec la *C. chione* Lam.

La *Cytherea suberycinoïdes* Desh., des environs de Paris, la *Cy. erycinoïdes* Lam., de Bordeaux, étaient confondues avec la *Cyth. erycina* Lam., vivante.

Le *Ficula undata* Ag., de Piémont (*Pyrula ficus* Lam.), était confondue avec le *Dolium cingulíferum* Bronn, de Piémont, *Pyrula cingulata* Bronn.

La *Pyrula interrupta* Ag., des États-Unis, était confondue avec le *Pyr. canaliculata* Lam.

La *Lucina Basteroti* Ag., de Bordeaux, et la *L. candida* Eichw., de Podolie et de Volhynie, étaient connues sous le nom de *L. columbella* Lam., vivante.

Cette lecture terminée, M. de Pinteville fait observer à M. Fabre qu'il n'y a point de terrain quaternaire en Sicile. M. Fabre lui répond qu'il n'a fait que transmettre les opinions de M. Agassiz, au nom de ce savant, et qu'il ne croit pas devoir discuter pour les défendre.

M. Virlet reprend la question du métamorphisme des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

roches, dont il s'occupe depuis longtemps. Il se félicite de voir ses opinions obtenir de jour en jour l'assentiment d'un grand nombre de géologues, après avoir été rejetées d'abord par des savants distingués.

Suivant lui, les roches cristallines, les gneiss mêmes, et les schistes micacés, sont des roches métamorphiques; le quarz est sorti à l'état de vapeur ou à l'état de fusion. Un filon de quarz a produit souvent des modifications importantes en pénétrant dans les roches et en se ramifiant dans les fentes. Souvent le quarz s'est mêlé avec les éléments de la roche, et cessant d'être un filon, il a formé tantôt des hyalomictes ou greisens des Allemands; tantôt des noyaux disséminés dans les roches. Il remettra des notes pour le *Bulletin*.

Reportant ensuite la question sur les roches observées la veille, M. Virlet appelle l'attention des membres de la Société sur la structure noduliforme qu'affecte le terrain néocomien moyen; il attribue cette conformation si remarquable en ce point, et d'ailleurs si fréquente, à un commencement de métamorphisme, peut-être dû, pour les localités que la Société a déjà visitées, aux mêmes causes qui ont modifié à un si haut degré la chaîne centrale des Alpes. Il ajoute que tous les nodules, plus ou moins sphéroïdaux, qui forment les *chailles* (noyaux calcaires), les *cherts* (noyaux siliceux), les *sphérosidérites* (rognons de fer carbonaté lithoïde), etc., souvent géodiques, sont tous le résultat d'un déplacement moléculaire postérieur au dépôt des formations qui contiennent ces masses arrondies, et qu'elles indiquent par conséquent toujours un certain degré de modification dans la roche. Il a fait remarquer à ce sujet à quelques membres, et comme preuve à l'appui de son opinion, qu'ici, comme dans beaucoup d'autres lieux, les silex ne forment pas seulement des nodules et des bandes ou zones parallèles au plan des couches, mais qu'ils sont aussi parfois dans une position oblique et même perpendiculaire à ces plans, et qu'ils n'auraient certainement pas pu se déposer ainsi. Il ajoute que partout la silice montre une grande tendance à se réunir en boules, ce qui

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

indique dans cette matière une assez grande force d'attraction moléculaire.

Enfin M. Virlet ajoute que tous les calcaires de la contrée lui paraissent plus ou moins métamorphisés par les mêmes causes, et il pense que si dans quelque contrée voisine on pouvait les observer dans leur position normale, où ils n'auraient éprouvé aucune influence modificatrice postérieure, on les trouverait beaucoup moins durs, moins compactes, et qu'ils présenteraient, au lieu d'une structure souvent sub-saccharoïde et sublamellaire, une apparence tufacée. C'est à cet état que M. de Verneuil lui a dit avoir observé dans la Crimée, et plusieurs autres points de la Russie, des calcaires horizontaux plus anciens, tandis que dans les parties relevées ces mêmes calcaires sont toujours plus compactes, plus durs, plus cassants, souvent sublamellaires : caractères qui distinguent précisément ceux des environs de Chambéry, et qui paraissent de plus en plus prononcés à mesure qu'on s'approche de la partie centrale des Alpes. Ils s'affaibliraient probablement si on les poursuivait jusque dans l'intérieur de la France, et c'est ce qu'ont fait MM. Sismonda et de Beaumont lorsqu'ils ont voulu étudier les roches de la Tarentaise : ils les ont suivies avec soin jusque dans le département de l'Isère.

M. Sismonda adhère à l'ensemble des idées théoriques exposées par M. Virlet.

M. Chamousset, sans émettre une opinion sur la cause du métamorphisme des roches dont M. Virlet vient de parler, et qu'il croit devoir attribuer, dans bien des cas, aux actions lentes des forces chimiques et électro-motrices, établit que les géodes, les rognons et les bancs quarzeux, observés dans les calcaires, ont une origine plus récente que celle des roches dans lesquelles ils sont disséminés. Il possède plusieurs gryphées néocomiennes transformées en géodes siliceuses; leur extérieur est mamelonné comme les autres géodes, et leur intérieur aussi tapissé de cristaux de quarz hyalin. Il a trouvé à la surface d'une des boules siliceuses, si abondantes dans le calcaire blanc de la Balme, une térébratule siliceuse, et faisant partie de cette boule. Il est bien

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

évident par ces faits qu'au moment où la roche se déposait dans les eaux et enveloppait les gryphées et les térébratules, les géodes et les boules silicenses n'existaient pas encore. Les ammonites de l'oolite ferrugineuse ont souvent leurs chambres transformées en véritables géodes, et leurs cloisons tapissées de cristaux; effet qui certainement n'était pas encore produit au moment où la roche se formait.

M. Davat présente à la Société une collection de fossiles trouvés dans les environs d'Aix, et en particulier dans les environs de Saint-Innocent et de Corsuet. Ils sont tous néocomiens.

M. Chamousset reconnaît l'exactitude de cette observation, et dit cependant que les roches jurassiques percent les roches néocomiennes sur les points les plus élevés de la montagne (pl. XI, fig. 10).

M. Davat fait ensuite verbalement deux communications, l'une sur les formations tertiaires de la Savoie, l'autre sur les dépôts de lignite. En voici le résumé.

Grès marins et Molasse.

Les grains quarzeux qui les composent sont généralement très fins dans les couches supérieures; ils deviennent plus gros dans les couches inférieures et constituent quelquefois un véritable poudingue. L'épaisseur des bancs varie entre quelques centimètres et plusieurs mètres; ils sont quelquefois séparés par des couches de marne. Les fossiles qui les caractérisent sont principalement des dents de squales, des pectens et certaines spatangues. Cette formation repose indifféremment sur les roches néocomiennes et les terrains d'eau douce. Elle a participé au soulèvement de ces roches, comme on peut le voir à la base de plusieurs de nos montagnes. Cette même formation paraît avoir éprouvé, en des points isolés, des soulèvements indépendants de ceux qui ont formé nos montagnes calcaires : plusieurs collines de grès, placées à distance de ces dernières, ont une direction différente.

Lignite.

La formation qui renferme les lignites est l'*alluvion ancienne*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de M. Elie de Beaumont. Elle présente à Sonaz la série suivante, en commençant par les couches inférieures :

Argile blanche, avec hélices, planorbes, etc. . .	4 mètres
Couche de lignite.	0,10
Terre grise coquillière.	1,30
Sables.	» »
Terre	1,60
Terre et sables mêlés	0,50
Sable pur.	0,13
Terre glaise coquillière.	1,30
Lignite avec planorbes, etc.	4
Terre glaise	0,05
Lignite.	0,10
Terre.	0,30
Lignite.	1,30
Terre et gravier.	2
Sables.	50
Au-dessus, cailloux.	» »

Cette formation est disposée en couches à peu près horizontales. Elle est percée çà et là par des puits qui la traversent de la base au sommet, et qui sont remplis d'un sable identique à celui qui forme la masse de 50 mètres.

Les eaux qui filtrent au travers de cette formation en sortent souvent en sources ferrugineuses. Celle de la Boisse est remarquable par l'abondance de ses eaux et leurs propriétés médicales.

Ce dépôt constitue tout le coteau qui s'étend, d'une part, depuis Ragès jusqu'à la Croix-Rouge, en passant par Sonaz; de l'autre, depuis Ragès à la Boisse, en passant par Candie. Les lignites de Sonaz se retrouvent à la Motte, avec les mêmes dépôts moins bien caractérisés.

Les végétaux enfouis dans le terrain sont le bouleau, le genévrier, le sapin avec ses cônes, le cerisier, le noyer, beaucoup de plantes appartenant à la famille des cypéracées et des joncs. M. Davat et M. Debarres y ont trouvé la graine du rumex.

Tous ces végétaux sont brisés et mélangés sans ordre. Ils ont d'ailleurs dû croître sur des sols différents, ce qui porte M. Davat à admettre que les lignites proviennent de forêts entraînées de loin par des courants impétueux.

M. Davat cherche ensuite l'origine de ce dépôt. Il est évident que sa formation est postérieure, non seulement au soulèvement

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de nos montagnes élevées, mais encore à celui de la colline tertiaire de Tresserve, du rocher néocomien de Voglans et des couches jurassiques qui plongent sous la Croix-Rouge. Il existait avant ce dépôt une petite vallée entre les roches calcaires de Voglans et de la Croix-Rouge.

Les marnes qui occupent la base de l'alluvion ancienne renferment une très grande quantité de coquilles lacustres, qui vivent dans les eaux à une petite profondeur. On peut en conclure que, dans l'espace rempli maintenant par la formation du lignite, il y avait alors un lac peu profond, ou un étang. Cela était probablement la continuation du lac du Bourget, dont le niveau devait être alors plus élevé que son niveau actuel.

Des courants, dirigés du N. au S., ont amené successivement et déposé du lignite et du sable. L'alternance des marnes pénétrées de coquilles qui ont dû vivre sur les lieux, avec les bancs de sable et de lignite, prouvent que les courants qui apportaient ces derniers devenaient de temps en temps assez faibles et prenaient par intermittence une violence extraordinaire. La dernière crue aurait été assez considérable pour amonceler des sables à une hauteur de plus de 200 pieds au-dessus du niveau primitif.

Les eaux du courant, qui venaient heurter contre les buttes de la Croix-Rouge, éprouvaient un tournoiement analogue à ceux qu'on voit se renouveler dans les fleuves, et produisaient des puits profonds, qui ensuite se remplissaient de sables.

Enfin, si l'on demande quel est le courant qui a transporté dans la vallée de Chambéry ces quantités énormes de combustibles, M. Davat répond que ce ne peut être que le Rhône, le Fier ou le Cheran, qui auraient amené, le premier, les forêts qui environnaient Genève, les deux autres les forêts des montagnes d'Annecy et des Bauges. Pour cela, il suffit de supposer, dans le premier cas, que la gorge de l'Ecluse n'était pas encore ouverte à l'époque de ce dépôt ; dans le deuxième, que la montagne qui sépare Rumilly de la Chautagne n'était pas encore coupée à Saint-André.

Mgr Rendu observe que le dépôt de lignite a dû occuper autrefois, non seulement les points où il existe aujourd'hui, mais toute la vallée qui sépare la Motte de Saint-Ombre et Voglans. L'on trouve des traces de lignite dans beaucoup d'autres localités, telles que le Petit-Barberaz. Du reste, il ne veut pas appeler une discussion prématurée sur les consé-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

quences que M. Davat a cru pouvoir tirer, la Société devant visiter dans l'après-midi l'exploitation de lignite de Sonaz.

La parole est accordée à M. le baron Despine père, pour la lecture d'un mémoire dans lequel il se propose d'établir par des faits les rapports intimes qu'il a cru observer entre les tremblements de terre et les quantités d'électricité que la machine électrique fournit dans le même temps.

M. Domenget lit un mémoire sur les eaux minérales en général, et en particulier sur les eaux de Challes, qu'il a découvertes, il y a peu d'années, dans sa propriété. Ces eaux sont extrêmement remarquables par la proportion énorme des principes minéralisateurs qu'elles tiennent en dissolution.

M. Bonjean, auteur d'une analyse des eaux d'Aix, avait été invité à donner quelques détails sur la composition de ces eaux, et à expliquer la formation de certaines substances observées dans les deux sources d'Aix. M. Bonjean démontre d'abord, par une expérience très simple, la présence de l'iode dans l'une des sources d'Aix, dite de Soufre. L'expérience comparative faite sur l'eau dite d'Alun n'indique aucune trace d'iode dans cette dernière source. Il dose ensuite la quantité de soufre contenue dans la source dite de Soufre, au moyen du sulfhydromètre de M. Dupasquier. M. Bonjean fait la même expérience sur les eaux de Challes : les eaux d'Aix marquent 3°,8, celles de Challes 160°!!! ce qui place ces dernières au premier rang parmi les eaux sulfureuses connues. Passant à l'examen d'un phénomène très important, M. Bonjean explique comment l'acide sulfurique se forme spontanément, et de toute pièce dans l'atmosphère vaporeuse des cabinets de bains destinés à la douche, et alimentés par les eaux de soufre. Les ingénieuses expériences faites par M. Bonjean l'ont amené aux conclusions suivantes :

1° L'acide sulfhydrique, répandu à l'état de gaz dans l'air humide, se change en totalité en eau et en acide sulfurique, sans dépôt de soufre ni formation préalable d'acide sulfureux : témoin l'acide sulfurique obtenu à l'état de pureté, dont M. Bonjean met un échantillon sous les yeux de la So-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ciété, et les sulfates de toutes sortes auxquels ces vapeurs sulfureuses donnent lieu.

2° Le soufre ne s'acidifie pas dans l'eau; on peut s'en procurer à volonté, ainsi que M. Bonjean l'a fait devant la Société pendant la visite de l'établissement, en exposant une planche sous un jet d'eau de soufre. En quelques minutes la planche se recouvre d'une couche mince de ce métalloïde, sous la forme d'une poudre d'un blanc jaunâtre.

3° En exposant différents métaux à l'action des vapeurs de l'eau de soufre, M. Bonjean a prouvé qu'au milieu même d'un grand excès d'air humide ces métaux s'emparent du soufre que contient le gaz sulfhydrique et empêchent la combinaison du soufre avec l'oxigène. Les sulfates de fer et de cuivre que l'on rencontre dans tout l'établissement proviennent donc de la transformation des sulfures en sulfates, et non de l'action immédiate de l'acide sulfurique, comme on l'avait cru jusqu'ici. Enfin si, dans l'air humide, l'acide sulfhydrique se transforme en entier en eau et en acide sulfurique, au contact des métaux il produit de l'eau et des sulfures. La théorie de la formation de l'acide sulfurique dans les eaux minérales sulfureuses appartient entièrement à M. Bonjean.

Il explique ensuite la production de la matière végéto-animale que l'on retrouve dans presque toutes les eaux sulfureuses, et que l'on désigne sous le nom générique de *glairine*. L'eau de la source de soufre d'Aix en produit beaucoup. Cette glairine est blanche, d'une saveur fade et douceâtre, presque inodore, et se putréfie à l'air. Elle retient une assez grande quantité d'eau, qu'elle ne perd qu'à une chaleur de 40° environ : elle renferme très peu d'azote, quelques parcelles de soufre, mais point d'iode.

Lorsqu'on mélange les eaux de soufre avec des eaux étrangères, la glairine se change en une autre substance que M. Bonjean a appelée la *glairidine*. Celle-ci est d'un gris foncé; elle est inodore pendant qu'elle est au contact de l'air; dans un flacon de verre bien bouché, elle se putréfie promptement, et prend une odeur repoussante. La glairidine renferme de l'iode, tandis que la glairine n'en contient pas.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Lorsqu'on sort la glairine de l'eau dans laquelle elle s'est formée, et qu'on la jette sur un filtre, la première eau qui passe à travers le papier est un peu louche, et laisse dépasser, au bout de trois à quatre jours, des paillettes fortement irisées, d'un beau violet. Cette substance, que M. Bonjean a nommée *zoïodine*, n'a ni odeur ni saveur : elle est insoluble dans l'eau, inaltérable à l'air et à la lumière, de même que sous l'influence du chlore. L'acide sulfurique concentré lui fait prendre une belle couleur rouge de sang : elle est azotée.

M. Bonjean termine par quelques détails relatifs à une boue végéto minérale qu'il met sous les yeux de la Société, et que les eaux d'alun déposent au fond d'un bain dans lequel se verse une partie de ces eaux. Cette boue possède une forte odeur de fucus, et contient de l'iode, tandis que ce métalloïde fait complétement défaut dans l'eau d'alun elle-même, au sein de laquelle se forme ce singulier produit.

M. Virlet, en applaudissant aux travaux de M. Bonjean, qui ont fait connaître à la fois la composition des eaux d'Aix et les principaux phénomènes qui en dépendent, pense que les roches qui donnent passage aux eaux sulfureuses lui paraissent avoir fourni elles-mêmes les matériaux nécessaires à la formation de la plupart des substances salines observées au fond de la grotte où sourdent ces eaux ; et enfin, comme il l'a déjà dit, qu'elles donnent lieu à la sulfuration de la plupart des sources minérales de la Savoie.

M. Bonjean répond que l'analyse a déjà confirmé l'opinion de M. Virlet. A cet effet, la roche d'où sortent les eaux de soufre est composée de :

Carbonate de chaux.	0,46	1,00
Carbonate de magnésie.	0,03	
Argile ou silicate d'alumine. . . .	0,08	
Pyrites de fer.	0,43	

L'efflorescence saline est formée de :

Sulfate neutre d'alumine.	0,33	1,00.
Sulfate de magnésie.	0,11	
Sulfate de protoxide de fer. . . .	0,08	
Eau de cristallisation	0,48	

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ce sulfate triple provient en partie de la réaction des pyrites en efflorescence sur la roche calcaire ; mais comme le gaz sulfhydrique qui se dégage de l'eau à l'état de vapeur se transforme tout entier en eau et en acide sulfurique, il est probable que cet acide contribue beaucoup à la production de ce sulfate.

Mgr Rendu termine la séance par la communication suivante.

Quelques problèmes relatifs à la chaîne des Alpes.

Pendant que vous êtes au sein de nos montagnes, vous ne trouverez pas étrange que nous cherchions à nous éclairer de vos lumières. Au milieu des montagnes qui nous sont connues, nous trouvons chaque jour des phénomènes qui nous étonnent et qui persistent à se présenter comme des mystères à nos esprits. Permettez que je vous en expose quelques uns. Je les présenterai sous la forme de problèmes, et j'ai l'espoir qu'ils cesseront de l'être s'ils peuvent quelque temps fixer votre attention.

Jusqu'ici, les travaux du congrès géologique se sont principalement dirigés vers des explorations de détails qui ont pour but de classer nos montagnes et de marquer le degré occupé par chacune d'elles dans la grande échelle géologique. Sans doute ces travaux sont utiles; mais il ne faut pas que l'examen de détail nous fasse entièrement oublier l'ensemble, qui peut offrir un grand intérêt à nos observations. En effet, il y a dans la physionomie générale des Alpes une foule de traits pour ainsi dire harmoniques, qui semblent en faire un ouvrage exécuté sur un plan dont les parties ont été concertées entre elles.

1° Les Alpes présentent vers le milieu de l'Europe une vaste boursouflure dont le point culminant est au Mont-Blanc; mais comme, au lieu d'être arrondie, cette boursouflure est allongée, son sommet présente une grande arête dont le prolongement forme une courbe irrégulière, avec une tendance générale à aller du N. au S.

Si l'on examine successivement les deux côtés de cet immense rempart que la nature a posé sur l'une des plus belles parties de l'ancien monde, on est frappé de la différence qui existe sur les deux plans qui l'avoisinent.

Vers l'E., la pente est rapide et pour ainsi dire subite, de telle sorte que la chaîne des Alpes, vue du centre de la Lombardie,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

présente l'aspect d'une grande muraille, au pied de laquelle commencent des plaines dont l'uniformité n'est modifiée que par des collines tertiaires peu nombreuses et peu élevées.

Du côté opposé, la pente est plus douce. Le terrain est, dans toute la longueur de la chaîne, couvert d'une série de montagnes qui diminuent de hauteur à mesure qu'elles s'éloignent de la cime principale.

Il s'ensuit que l'aspect général de ce grand amas de matériaux présente à l'E. un plan incliné qui va montant jusqu'au sommet de la chaîne alpine, et du côté opposé une immense terrasse qui environne tout le N. de l'Italie. Voici donc mon premier problème :

1er *problème.* Pourquoi la chaîne des Alpes est-elle, d'un côté, devancée par un grand nombre de chaînes secondaires, tandis que, sur le flanc opposé, les plaines commencent à ses pieds?

2° En examinant la grande masse de sédiment déposée à l'O. de la grande chaîne plutonique, on est étonné de l'espèce d'ordre qui règne dans la distribution du dépôt. Ce sont des chaînes de montagnes qui se succèdent à des distances souvent très rapprochées, et dont la direction semble subordonnée à celle de la chaîne plutonique, puisque ces chaînes, si différentes par leur nature, sont toujours parallèles dans leur marche.

C'est au parallélisme des chaînes secondaires que l'on doit la singulière direction des eaux qui descendent du sommet des Alpes. Si les eaux du Rhône, en descendant du Saint-Gothard, ne rencontraient point d'obstacle, elles iraient par une pente assez rapide, et en suivant une ligne droite, jusqu'à Châlons, et de là jusqu'à l'Océan; mais, au pied de la montagne primitive, il trouve la première enceinte secondaire, qui le porte au S.-O. Il suit l'obstacle jusqu'à ce qu'une fente lui permette de le traverser. C'est à Martigny qu'il traverse la seconde enceinte, pour tomber sur la troisième, qu'il franchit au passage de l'Écluse. Il franchit la quatrième entre Culoz et Chaux, la cinquième à Pierre-Châtel, la sixième au Saut du Rhône, et de là suit jusqu'à la Méditerranée.

Quand on suit une des montagnes secondaires du grand massif des Alpes, dans le sens de sa longueur, on rencontre des abaissements qui forment des cols. On arrive quelquefois à des fentes transversales qui donnent passage aux rivières, et quelquefois même la chaîne semble finir subitement; mais, par un examen attentif, on la voit se relever à une distance plus ou moins éloignée. C'est ainsi que le Jura, après s'être caché depuis les environs de Frangy jusqu'à Clermont, se remontre vers cette dernière

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

commune, pour continuer sa course jusqu'à Saint-Innocent. C'est encore ainsi que le Colombier, qui semble finir à Culoz, recommence à Chanaz, pour continuer jusque dans le massif de la Grande-Chartreuse. De même encore la montagne de la Thuile se cache à Montmeillan, pour reparaître vers Chaparillan et suivre bien loin en se dirigeant vers Grenoble.

Malheureusement pour la géologie, les chaînes calcaires ainsi coupées par des fentes et des abaissements prennent partout des noms différents, et rien ne peut guider le géologiste qui veut les étudier. S'il ne parcourt lui-même chaque montagne dans toute sa longueur et s'il compte sur la géographie pour les connaître, il est infailliblement trompé en prenant pour des chaînes différentes les fragments d'une même chaîne. Si quelque jour la géographie peut se mettre d'accord avec la géologie pour retracer avec exactitude le cours des montagnes, ce sera un grand pas fait vers la science de la terre. La chose n'est pas impossible. On suit les chaînes de montagnes par-dessous les eaux de l'Océan; pourquoi ne les suivrait-on pas quelques instants seulement sous le sol qui les recouvre?

La géographie nous induit encore en erreur en nous donnant pour des vallées certains défilés qui n'en sont pas.

Nous avons vu que les chaînes calcaires étaient généralement parallèles à la chaîne primitive. Les vallées n'étant que l'espace qui les sépare, elles doivent être aussi parallèles aux chaînes qui les déterminent. Quand ces chaînes sont coupées par un col, une crevasse profonde, un abaissement subit qui ne découvre que le profil de la montagne, il ne faut pas donner à ce passage le nom de vallée; c'est porter l'erreur et la confusion dans les choses. On trompe celui qui étudie la nature quand on lui parle des vallées de Maurienne, de Tarentaise et de la grande vallée de l'Arve. De Saint-Jean-de-Maurienne à Aiguebelle, de Moutiers à Albertville, de Sallanches à Cluses, ce ne sont pas des vallées que l'on parcourt; ce sont des chaînes que l'on traverse par une fente profonde. Il n'y a pas plus de vallées dans ces endroits qu'il n'y en a dans le passage du Rhône au fort de l'Écluse. Mais laissons à la géographie le temps de se réformer, et venons à notre second problème:

2e *problème*. Pourquoi les nombreuses chaînes calcaires qui devancent les Alpes à l'O. sont-elles toutes parallèles à la chaîne plutonique?

3° Une chose essentielle à observer, si l'on veut réunir tous les éléments essentiels pour conduire à une théorie rationnelle sur la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

formation de nos montagnes secondaires, c'est le rapport d'élévation qu'ont entre elles les chaînes secondaires.

Or, si, en partant des plaines de la France, on se rapproche des Alpes et que l'on traverse toutes les chaînes calcaires qui les devancent dès la Franche-Comté, la Bourgogne et le Dauphiné, on trouve une progression constante dans l'élévation des montagnes au-dessus du sol, et même au-dessus du niveau de l'Océan. Ainsi, les points les plus élevés du massif calcaire appartiennent à la chaîne qui forme la première enceinte du massif plutonique. Ces points sont les aiguilles des Fis, le Grand-Quart, le mont Charvin et le Grand-Son, près la Grande-Chartreuse. Les points culminants de la seconde enceinte sont un peu moins élevés; ce sont les aiguilles d'Ochemchablais, les Vouarons et la Tournette, près d'Annecy. Il y a dans la troisième enceinte, formée par le Jura, des sommités assez élevées, telles que la Dole et le Credo; mais elles sont cependant inférieures aux cimes de la chaîne précédente. La quatrième enceinte, formée par la chaîne qui suit, en Franche-Comté, la gauche de la Valserine, et se prolonge, comme les précédentes, jusqu'au massif de la Grande Chartreuse, a encore de hautes cimes, telles que le Colombier et la Dent-du-Chat, sur le lac du Bourget; mais dès qu'on passe de cette chaîne à celles qui suivent, elles s'abaissent de plus en plus, de sorte que ce ne sont bientôt plus qu'une suite de collines peu élevées au-dessus du sol. Je demande donc :

3e *problème*. Pourquoi les chaînes calcaires qui devancent à l'O. la chaîne plutonique des Alpes sont-elles d'autant plus élevées qu'elles sont plus rapprochées de cette dernière, et pourquoi cette progression est-elle si régulièrement croissante?

4e Parmi toutes les régularités que l'on trouve dans la construction et dans la disposition de nos montagnes, la plus étonnante peut-être est l'uniformité qui existe dans les inclinaisons des couches.

Transportez-vous au sommet d'une montagne secondaire, et, pour cela, choisissez un point où sa marche ne soit point gênée par la rencontre d'une autre chaîne dont elle se rapprocherait de trop près, comme dans le groupe de la Grande-Chartreuse. Prenez une montagne classique, pour ainsi dire, libre dans les mouvements de sa formation, comme le Jura, le Salève, le Mont du-Chat, puis examinez : vous verrez, du côté de l'O., ou plutôt à l'opposé de la chaîne plutonique, une pente rapide, et ordinairement un escarpement vertical prolongé jusqu'au fond de la vallée. Quelquefois cependant, après un premier escarpement, se trouve un

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

plateau, puis un second escarpement, puis encore un plateau et un dernier escarpement.

Vers l'E., ou plutôt du côté de la chaîne plutonique, la montagne va, par une pente plus radoucie, se marier avec la plaine : aussi, quand on chemine au fond d'une vallée formée par deux chaînes calcaires, on voit d'un côté une paroi rocheuse avec des lignes horizontales de diverses couleurs, et de l'autre une pente à inclinaison presque régulière, couverte de bois, de champs et de prairies. Si maintenant vous entrez dans une fente de cette montagne, et qu'il vous soit possible d'en examiner le profil, vous verrez que les diverses couches qui forment l'ensemble du dépôt ne sont pas horizontales, mais ordinairement inclinées vers l'E. ou plutôt vers la chaîne plutonique. Cette disposition des couches est tellement générale dans les hautes montagnes de sédiment comme dans les collines de même nature, qu'il est impossible de ne pas la regarder comme une loi. Cependant, en examinant avec soin la chaîne qui touche de plus près à la masse plutonique, on trouve moins de régularité dans la position des couches, une plus grande apparence de bouleversement, et l'inclinaison semble plus ordinairement être opposée à celle de toutes les autres chaînes. Je demande donc :

4e *problème*. Pourquoi, dans toutes les chaînes sédimentaires qui devancent à l'O. la chaîne plutonique, les couches sont-elles principalement inclinées vers l'E., ou plutôt vers la masse plutonique?

5e *problème*. Pourquoi les couches de la chaîne qui avoisine de plus près la chaîne plutonique sont-elles inclinées dans un sens opposé?

J'aurais à vous demander encore, messieurs, pourquoi il y a dans les sommités de nos Alpes centrales une certaine correspondance entre les abaissements accidentels qui se trouvent sur les diverses chaînes? Pourquoi les cols qui se trouvent sur la chaîne primitive correspondent en général à des fentes ou vallées transversales des chaînes secondaires qui l'avoisinent, comme on le voit au Simplon, au Saint-Bernard, en Maurienne, en Tarentaise et dans plusieurs autres points?

Peut-être trouverez-vous que c'est demander beaucoup; mais peut-on demander trop quand on s'adresse à une Société aussi riche de savoir?

D'ailleurs, l'attention du géologue n'a souvent besoin que d'être réveillée sur certains faits de la nature pour les retrouver dans d'anciens souvenirs; puis l'œil du géologue embrasse un vaste

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

champ. Il n'a pas toujours besoin d'être présent sur tous les lieux pour les apprécier : une croupe arrondie, une crête uniforme ou dentelée, une cime couverte d'aiguilles, suffisent au géologiste pour lui dire quel est le degré de l'échelle géologique sur lequel il a placé son pied. Ce n'est pas tout : son regard passe des sommités visibles jusqu'aux profondes racines des montagnes ; et comme le géomètre qui, voyant deux lignes, en mesure une troisième qu'il ne voit pas, le géologue descend par la pensée jusqu'à des profondeurs qu'il ne peut atteindre par le regard, et en interrogeant la constance des lois qui ont présidé à la formation de l'enveloppe terrestre, il énumère dans leur ordre les substances, les révolutions et les générations de la nature. Après avoir étudié l'ensemble des choses, son esprit descend aux détails, et chaque fois que son pied frappe le sol, il lui dit : « Toi, qui es-tu ? » Interrogé par des intelligences comme les vôtres, le sol de nos montagnes répondra ; vous nous traduirez son langage, et nous nous féliciterons longtemps d'avoir trouvé entre lui et nous des interprètes aussi distingués.

M. Bourjot répond que Mgr Rendu donne à la Société, sous le titre de problème, de véritables explications de l'un des plus grands phénomènes de la nature, que l'on voit bien qu'il veut indiquer le soulèvement des chaînes calcaires par le soulèvement de la chaîne plutonique, survenu après la formation du grand dépôt calcaire, etc.

Mgr Rendu remercie M. Bourjot de lui fournir l'occasion de mieux expliquer sa pensée. Je n'ai point cherché, dit-il, à rendre probable une hypothèse déjà reçue et soutenue par les princes de la science. Je n'ai voulu que remettre sous vos yeux des faits sur lesquels, selon moi, on passe trop légèrement. On a dit : la chaîne plutonique du Mont Blanc, venue la dernière au-dessus de la surface du globe, a soulevé le dépôt qui formait cette surface et soulevé les chaînes secondaires qui l'avoisinent ; mais les faits que j'ai indiqués ne semblent-ils pas repousser cette théorie ? Pourquoi donc le soulèvement de la chaîne primitive aurait-il produit un si grand bouleversement à l'O. et laissé en repos le côté opposé ?

Supposons que le dépôt existe en couches horizontales et que la chaîne plutonique se fasse jour à travers, cet effort pourra bien soulever la croûte sédimentaire et former une chaîne calcaire qui suivra dans toute sa longueur la montagne nouvellement éclose ; mais pourra-t-il former cinq, six et même dix chaînes successives parfaitement distinctes et toujours parallèles ?

Si les chaînes de la seconde, de la troisième enceinte et toutes

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

celles qui suivent avaient été soulevées par l'*assurgissement* de la chaîne plutonique, les couches dont elles se composent seraient inclinées à l'O., tandis que c'est le contraire qui arrive. La géologie n'a pas assez insisté sur le fait de l'inclinaison des couches; elle n'a pas encore trouvé la loi de ce phénomène. C'est pour cela que je l'ai de nouveau soumis à votre attention.

Du reste, mon dessein n'était point d'émettre des idées théoriques, mais seulement d'obliger les savants à étudier encore des phénomènes qui ne me paraissent point assez compris. Je me tiens en garde contre les systèmes qui viennent toujours trop tôt quand les faits ne sont pas entièrement et clairement connus.

La Société est partie ensuite pour Chambéry. Elle a visité, en revenant, les travaux de desséchement des marais du Viviers, dans la compagnie de M. de Saint-Quentin, directeur de cette entreprise. De là elle s'est rendue à la carrière de lignite exploitée à Sonaz.

Le lignite y conserve l'apparence ligneuse, et il est même facile d'y déterminer quelques espèces d'arbres ou de plantes. On remarque en quelques points des taches verdâtres, qui sont du phosphate de fer. Nous y avons trouvé des élytres de coléoptères, trop mal conservés pour qu'on puisse en reconnaître l'espèce. M. Genin, entomologiste distingué, croit cependant qu'ils appartiennent au genre oreina.

On est étonné de trouver à Sonaz une couche de lignite formée de bois à demi carbonisé : on dirait les restes d'un grand incendie. Les marnes grises ou blanches sur lesquelles le lignite a été déposé sont pétries de petites coquilles bien conservées, parmi lesquelles on distingue au premier coup d'œil les genres *Planorbis Valvata*, *Succinea*, *Limnœa*, *Troncatula*, etc.

La Société a remarqué plusieurs alternances de lignite avec des marnes et du sable, ainsi que la masse puissante de sables et de cailloux qui le recouvrent. Une partie du dépôt de cailloux est liée, sur une épaisseur de quatre à cinq pieds, par un ciment calcaire; elle forme ainsi une espèce de poudingue intercalé entre des cailloux libres.

Cette formation, appelée par M. Elie de Beaumont alluvion ancienne, se distingue aisément des dépôts erratiques.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ceux-ci sont un mélange sans ordre de terre, de sables et de cailloux de toutes grosseurs, tandis que dans l'alluvion ancienne les sables et les cailloux se succèdent en couches séparées, et présentent une véritable stratification. Celle-ci ne renferme jamais non plus de ces gros blocs qui se rencontrent fréquemment dans le dépôt erratique.

Jusqu'ici l'on n'a point trouvé en Savoie de mammifères dans l'alluvion ancienne.

Le lendemain matin 19, la Société est partie pour la Tarentaise, et n'a été de retour à Chambéry que le vendredi soir 23.

Séance du 23 *août*,

à 6 heures du soir.

PRÉSIDENCE DE M. SISMONDA.

Le président proclame membres de la Société :

M. Léon TAILLARD, à Paris;

M. le baron C.-H.-A. DESPINE, directeur de l'établissement royal des bains, et médecin-inspecteur des eaux thermales d'Aix en Savoie, présenté par MM. Sismonda et de Pinteville.

CORRESPONDANCE.

M. Replat écrit à la Société pour lui donner connaissance des dispositions prises par M. le chevalier Despine, afin de rendre plus facile et plus agréable le voyage de Rumilly à Saint-André et à Annecy, que la Société avait résolu pour le lendemain.

M. Chamousset lit le procès-verbal de la séance tenue le 18, à Aix-les-Bains, et fait l'exposé suivant du voyage en Tarentaise.

La Société s'est arrêtée quelques instants à la source des eaux minérales de Challes, située près de la route de Chambéry à Montmeillan, à trois quarts de lieue de la première

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ville. Ces eaux, que M. le chevalier Domenget a découvertes en 1841, ont fixé l'attention par l'abondance des principes qu'elles tiennent en dissolution. Sans parler des autres substances nombreuses que M. Henry y a trouvées dans l'analyse qu'il a faite de ces eaux en 1842, ce chimiste y a reconnu par litre d'eau 0gr,2950 de sulfure de sodium, c'est-à-dire quatre fois plus que les eaux minérales les plus renommées de l'Europe, et peut-être du monde. M. Bonjean, dans une analyse récente, faite en grand sur 85 litres d'eau, y a constaté la présence de 0gr,1925 de bromure de sodium, et de 0gr,0138 d'iodure de potassium par litre d'eau. Ces eaux sortent d'un calcaire marneux, couleur gris bleuâtre, donnant par le choc du marteau une forte odeur bitumineuse. Cette roche, qui appartient à l'oxford-clay, est géologiquement très voisine de la mine de fer oolitique du Mont-du-Chat.

A Cruet, la Société a examiné les travaux de l'endiguement de l'Isère et la carrière dont on extrait les blocs énormes employés à construire les digues. Elle a été reçue par M. Mosca, ingénieur en chef des ponts et chaussées, chargé de diriger cette grande entreprise, et par les entrepreneurs concessionnaires des travaux de l'endiguement, MM. Chiron, architecte; Dunoyer, architecte; Martin, ex-négociant, et Perret, propriétaire. La note suivante, que M. Chiron m'a remise, résume les principales observations qui ont fixé l'attention de la Société.

Note sur l'endiguement de l'Isère, en Savoie, par M. Chiron, architecte.

La carrière, située sur le penchant d'une riante colline vinicole, est à 30 mètres au-dessus de la vallée de l'Isère. Ces couches sont exploitées sur une longueur de 250 mètres, et sur une hauteur de 35 mètres.

La roche en exploitation est un calcaire marneux très dur, appartenant à un des étages inférieurs de l'oxford-clay. Sa densité est de 2,7. Elle ne contient qu'une très petite quantité de carbonate de fer, ou même elle n'en contient pas du tout, ce qui en rend la qualité éminemment propre aux travaux d'un endigue-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ment, car le fer carbonaté, en passant peu à peu à l'état d'oxide, finit par désagréger entièrement les calcaires même les plus compactes dans lesquels il est disséminé. On a trouvé dans quelques anfractuosités de la roche des cristaux de chaux carbonatée d'une grande beauté, qui ont été examinés avec intérêt par les membres de la Société géologique. Ces cristaux sont des prismes à six faces inégales et tellement disposées, qu'une face plus étroite est toujours placée entre deux faces plus larges. L'extrémité libre de chaque prisme est terminée par trois pentagones irréguliers. La roche, sur toute l'étendue de l'exploitation, est formée de couches régulières et constantes, qui varient depuis 30 centimètres d'épaisseur jusqu'à 1 mètre. Leur inclinaison se rapproche de la verticale et ne la dépasse que de 10° environ. On les exploite en les coupant par le bas, c'est-à-dire que quand une couche est suffisamment coupée, elle se détache en avalanche et fournit à la fois 2 ou 3,000 mètres cubes de pierre. Le plus ordinairement, on est obligé d'en couper deux ou trois avant qu'elles tombent, attendu leurs grandes adhérences de superposition, et dans cette circonstance, les avalanches qui s'écroulent fournissent souvent 10,000 mètres cubes, divisés en masses plus ou moins considérables, que l'on subdivise ensuite par la mine et le coin.

La quantité moyenne d'ouvriers mineurs, carriers et chargeurs employés à cette exploitation est environ de cent. Le nombre de wagons de pierre que l'on en tire est également en moyenne de cent par journée de travail.

Lorsque ces couches vont se détacher, le hasard a fait découvrir un mouvement préalable de la masse, qui se manifeste par la chute de petits graviers, et qui avertissent les mineurs de se mettre à l'écart.

Le transport des pierres de cette exploitation s'opère par un chemin de fer qui a son origine au pied de la carrière et qui s'établit tout le long de la ligne de l'endiguement, au fur et à mesure qu'il s'avance. La différence de niveau entre la plaine et la colline se franchit par le moyen d'un plan incliné, qui a 20 p. 0/0 de pente sur 150 mètres de longueur.

Par cet heureux concours de combinaisons, l'endiguement de l'Isère, si impatiemment attendu sous le rapport sanitaire et agricole de la vallée, sera bientôt achevé et viendra prendre place parmi les travaux hydrauliques de la plus grande importance, car c'est le seul exemple en Europe d'un endiguement continu et régulier de 50 kilomètres de longueur, servant à garantir 10,000 hectares de terrain, parmi lesquels 2,000 hectares, complétement

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

en grèves, seront restitués à l'agriculture au moyen des atterrissements par colmatage, d'où il résultera que, dans dix années peut-être, cette vallée sera une des plus riches et des plus belles de l'Europe.

Enfin, la Société géologique se rappellera que, depuis la fonderie royale de Conflans, l'endiguement de l'Isère ira jusqu'aux limites de la France, régulier et constant, sans cessation de continuité, comme les eaux de la rivière, qu'il doit contenir et diriger; que les alluvions charriées par les eaux de l'Isère, avec lesquelles on reconstitue le sol délaissé, sont d'une grande puissance végétative, et que la vallée de l'Isère ne tardera pas à devenir une nouvelle Tempé, mais avec un chemin de fer de plus et une grande route royale.

Après avoir visité la carrière de Cruet, les membres de la Société, accompagnés des entrepreneurs concessionnaires de l'endiguement, sont montés sur les wagons, et sont venus examiner la ligne des travaux actuels qu'ils ont parcourue sur une longueur de quatre kilomètres. Ils ont pu depuis le chemin de fer observer le dépôt de sables et de cailloux qui forme sur la rive gauche de l'Isère la colline comprise entre Planèse et Châteauneuf, et reconnaître qu'elle appartient à l'alluvion ancienne. Leur attention s'est portée en même temps sur deux colonnes de sept à huit mètres de hauteur, composées de sables et de cailloux, et restées debout malgré l'érosion qui a enlevé les autres parties de l'alluvion ancienne qui les entouraient auparavant. La partie supérieure de ces colonnes est protégée contre les injures atmosphériques par un banc de cailloux cimentés entre eux, et formant une espèce de toit. Au retour, un repas a été offert à la Société par les entrepreneurs concessionnaires de l'endiguement.

De Montmeillan à Albert-Ville, la route suit une direction à peu près parallèle à la chaîne de la montagne qui domine la vallée de l'Isère, et demeure constamment sur des roches géologiquement très voisines. Ce sont tantôt des calcaires marneux gris ou noirs, quelquefois coupés par des veines spathiques blanches, tantôt des marnes feuilletées assez peu cohérentes pour se transformer en terre, ou assez dures

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pour former des loses et des espèces d'ardoises de mauvaise qualité. Plusieurs bancs du calcaire marneux fournissent de très beaux marbres gris ou noirs avec des veines blanches ou jaunes. On remarque surtout le portor de Grézi.

Les couches de la montagne présentent plusieurs fois des contournements remarquables, comme au-dessus de Montmeillan et entre Tamiers et la route de Faverges.

M. Favre a fait observer dans un ruisseau, un peu au-delà de Grézi, que le calcaire bleu ardoisier dans lequel il est encaissé se trouve divisé par des veines blanches spathiques en rhombes, d'une régularité parfaite, de 6 à 8 pouces d'épaisseur (pl. XI, fig. 5). Les rhombes A ont tous la même longueur; les rhombes B ont aussi une longueur qui est la même pour tous, mais qui est différente de celle des rhombes A. Il en est de même des rhombes C, etc. Il a paru à M. Favre et à plusieurs autres membres que les bancs avaient éprouvé un déplacement horizontal, et que dans le principe les veines 1 étaient sur une même ligne droite, les veines 2 sur une autre même ligne droite, etc. M. Virlet pense au contraire qu'il n'y a point eu de glissement des couches sur elles-mêmes, que les filons calcaires lui paraissent contemporains, et avoir été injectés dans la roche à la même époque et dans les fissures préexistantes, et il attribue à la manière dont la roche a été fendillée cette apparence de coïncidence de quelques filons; car si quelques unes semblent pouvoir coïncider dans un sens, d'autres sembleraient devoir aussi coïncider dans un sens inverse; tandis qu'une troisième espèce de filons traverse les bancs sans avoir éprouvé de dérangement; et cependant tous ces filons lui paraissent bien contemporains (voy. fig. 11).

A notre arrivée à Albert-Ville, notre excellent collègue, M. Replat, a fait inviter la Société à descendre à l'établissement des fonderies royales dont il est le directeur. M. l'avocat Radicati de Marmorito, intendant de la province de Haute-Savoie, et M. le chevalier de Maugny, commandant de la même province, s'étaient rendus eux-mêmes aux fonderies pour y accueillir la Société. Elle a parcouru avec intérêt les diverses parties de ce bel établissement, que les soins de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Replat rendent chaque année plus prospère. Elle a admiré en particulier le fourneau à réverbère à double sole que M. Replat a établi, et par lequel il obtient chaque année une économie considérable dans le combustible. M. Replat a donné une description de ses nouveaux procédés dans les *Annales des Mines*, tome XVIII, 3e série.

Après la visite de l'établissement, la Société a été conviée à un banquet que M. Replat avait fait préparer. Des empreintes végétales et des bélemnites de Petit-Cœur, qui furent montrées à la Société, appelèrent surtout son attention, et excitèrent une discussion animée, qui a redoublé l'empressement avec lequel la Société allait visiter le lendemain cette localité célèbre.

Le mardi, la Société a traversé la grande masse de roches talqueuses et micacées qui séparent Albert-Ville de Petit-Cœur; cette masse est coupée à la *Bâtie* par des gneiss et des granites porphyroïdes, contenant de longs et beaux cristaux de feldspath blancs. Elle a observé en même temps de beaux blocs roulés de protogine, contenant de très petits cristaux jaunes d'or de sphène.

M. Virlet fait observer, au sujet de ces granites porphyroïdes, qui ne font que lui confirmer ce qu'il avait déjà soupçonné à l'inspection des blocs erratiques, savoir, que ce sont des schistes métamorphiques qui ont même encore conservé leur schistosité; ils lui rappellent tout-à-fait la roche problématique semblablement porphyroïde de Deville, près Mézières (Ardennes), qu'il a annoncé depuis longtemps (*Bulletin*, t. VIII, p. 307) n'être pour lui qu'un schiste où les cristaux du feldspath se sont beaucoup plus développés que dans les schistes avec lesquels elle alternent, ce qui tenait probablement à sa composition particulière; elle présente d'ailleurs, comme les granites de la Bâtie, ces dégradations de cristallinité et des passages insensibles aux schistes qui fait qu'on ne sait trop où fixer la limite des schistes proprement dits et du véritable granite porphyroïde (1).

(1) Le granite porphyroïde de la Bâtie étant probablement destiné à devenir, comme les roches porphyroïdes de Deville, qu'il me rappelle

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Favre ajoute que, quant aux granites de la Bâtie, il partage complétement l'opinion qu'ils sont métamorphiques.

Un peu avant d'arriver à Petit-Cœur, les schistes talqueux plongent sous un poudingue ou conglomérat, qui ne tarde pas lui-même à être recouvert par les schistes ardoisiers. M. Replat avait fait accompagner la Société par M. Petizon,

---

tout-à-fait, l'objet de plus d'une controverse, je crois utile de donner ici quelques détails sur ces dernières, qui appartiennent au terrain ardoisier (formation silurienne) des Ardennes, où on peut principalement les observer en suivant le lit de la Meuse au-dessous de Charleville, entre Deville, Mairupt et Laifour. Je les y ai reconnus formant trois étages bien distincts, avec des caractères analogues, au milieu des schistes ardoisiers, auxquels ils passent par nuances insensibles.

La pâte de ces roches porphyroïdes à structure schisteuse en grand et à cristaux de feldspath blanc, qui atteignent quelquefois 5 ou 6 centimètres et à grains de quarz vitreux bleuâtre ou enfumé, parfois prismatiques, ressemble à un pétrosilex stéatiteux, ou bien est d'un gris verdâtre tout-à-fait analogue à celui des schistes amphiboleux et dioritiques, auxquels elles semblent tellement liées sur quelques points, qu'on serait tenté de les regarder comme étant les mêmes roches, à des degrés différents de métamorphisme.

On peut consulter à ce sujet les *Mémoires géologiques* de M. d'Omalius d'Halloy, p. 118; le *Compte-rendu des réunions extraordinaires de la Société* à Mézières, en 1835 (*Bull.*, t. VI); la *Statistique minérale du département des Ardennes*, par M. Sauvage, enfin les *Explications de la carte géologique de France* de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, qui terminent ainsi leur description, p. 258: « Le gisement et l'origine de ces roches porphyroïdes passant aux schistes ardoisiers ont donné lieu à de nombreuses discussions, qui probablement ne se termineront que lorsqu'on aura trouvé le moyen de leur adapter complétement l'ingénieuse et flexible théorie du métamorphisme. »

La présence de semblables roches métamorphiques cristallines au milieu d'autres roches qui semblent avoir conservé leur structure homogène peut très bien s'expliquer, ou par la pénétration latérale des premières par des éléments nouveaux, ou simplement par leur différence de composition, qui les rendaient plus aptes à se modifier et à cristalliser, phénomène tout-à-fait comparable, ainsi que je le disais déjà en 1835 (*Bull.*, t. VI, p. 318), à ce qui se passe dans l'opération du *départ* des métaux. Qu'on suppose, en effet, pour un instant, une succession de lames métalliques fusibles à différents degrés, qu'on soumettrait à une température suffisante pour fondre les unes, mais non les autres; il en résulterait nécessairement, si les métaux fondus ne pouvaient s'écouler, qu'ils cristalliseraient et changeraient tout-à-fait de texture par le refroidissement et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

chef d'atelier aux fonderies royales. Ce guide éclairé l'a conduit directement à une galerie de recherches, où l'on avait essayé l'exploitation d'une couche peu puissante d'anthracite, intercalée dans la masse des schistes ardoisiers, et où il a dit avoir lui-même trouvé plusieurs fois des bélemnites et des empreintes végétales. C'était en effet là que MM. Élie de Beaumont, Fournet, Sismonda, avaient déjà constaté la coexistence dans une même formation des bélemnites et des empreintes végétales. J'avais aussi reconnu ce fait dans cette même localité en 1840.

Les schistes de Petit-Cœur sont composés d'un calcaire argileux, d'une couleur bleu sombre, et fournissent de bonnes ardoises. L'anthracite n'est là que comme couche subordonnée; elle est encaissée dans l'intérieur de la masse schisteuse, sans qu'on puisse assigner aucune différence minéralogique et géologique entre les schistes qui lui sont inférieurs et ceux qui la recouvrent. Les premières couches de schistes, qui sont au-dessous de l'anthracite et en contact avec elle, sont remplies d'empreintes dans lesquelles la matière végétale a été remplacée par du talc argental. Ces empreintes s'y présentent si nombreuses et si bien conservées, qu'on croirait visiter un magnifique herbier artificiel. Il a été facile d'y reconnaître aussitôt des *Pecopteris*, des *Nevropteris*, des *Cyclopteris*, des *Annularia*, des *Calamites*, des *Asterophyllites*, etc., que M. Brongniart a depuis longtemps déterminés comme caractéristiques de la formation houillère. A moins d'un pied de distance des empreintes végétales et au-dessous d'elles, nous avons 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

---

selon que ce refroidissement serait plus ou moins lent, tandis que les moins fusibles, tout en subissant l'action de la chaleur, conserveraient leur apparence primitive, en sorte qu'on aurait là une série de zones plus ou moins cristallines, alternant, comme dans la nature, avec des zones paraissant avoir conservé leur homogénéité primitive.

(*Note de M. Virlet.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

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. Notre guide, M. Petizon, a conduit ensuite la Société à une carrière d'ardoise en exploitation, située un peu plus haut sur la route de Naves. Cette carrière est établie dans la même formation ; ses couches vont passer, par leur prolongement, un peu au-dessus du dépôt d'anthracites. Les bélemnites y sont extrêmement abondantes; chaque membre a pu en recueillir plusieurs en quelques instants.

Les faits qui précèdent doivent être regardés comme acquis définitivement à la science; il ne sera plus permis de douter de l'existence simultanée des bélemnites et des empreintes végétales dans une même formation à Petit-Cœur. Il a été évident aussi, 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 et produit une alternance apparente entre les couches à bélemnites et les couches à empreintes. Ce sont les mêmes schistes et la même formation qui renferment ces deux genres de fossiles que l'on avait cru pendant longtemps appartenir à des époques géologiques très éloignées l'une de l'autre.

M. Sismonda a fait remarquer, depuis les hauteurs de Petit-Cœur, que les schistes de cette dernière localité sont dans la direction du col de la Madelaine, où l'on exploite comme ardoise des schistes identiques à ceux de Petit-Cœur, sous le rapport minéralogique. Leur position dans le voisinage des roches talqueuses et granitiques, ainsi que leur direction, doit les faire reconnaître aussi pour identiques sous le point de vue géologique à ceux de Petit-Cœur, dont ils ne sont que le prolongement. M. le chanoine Depommier, supérieur du séminaire de Chambéry, et moi, nous y avons trouvé, dans la carrière d'ardoises même, des bélemnites tout-à-fait semblables à celles de Petit-Cœur. Or, les schistes du col de la Madelaine renferment aussi des ammonites; M. Sismonda les y a trouvées, et M. l'avocat Duplan, de Moutiers, en a montré à la Société plusieurs qui venaient de la même loca-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lité. Voilà donc les ammonites et les bélemnites associées avec les empreintes végétales.

En descendant à Moutiers, la Société a pu apprécier la grande épaisseur des schistes argileux. Ils sont surmontés d'un grès métamorphique et d'un poudingue, dont nous avons principalement étudié les caractères le lendemain, en sortant de Moutiers pour aller à la mine de la Galène argentifigère de Macot.

Ce poudingue a une ressemblance si grande avec les roches anciennes, et surtout avec le gneiss, qu'on pourrait s'y tromper au premier abord. Pour éviter cette méprise, il suffit de remarquer que ce poudingue ne contient point de mica, peu ou point de feldspath, et qu'il est presque uniquement composé de quarz mêlé avec un peu de talc; enfin, qu'en le brisant, on distingue avec facilité les fragments de quarz dont la roche est composée, et qui sont réunis par un ciment de même nature, coloré en vert par un peu de talc.

Au sortir de Moutiers, ce poudingue devient peu à peu calcaire. Il se compose alors de fragments calcaires mélangés à des fragments de schiste talqueux et d'autres roches cristallines anciennes. Il est divisé dans tous les sens par des veines de calcaire spathique, qui partagent quelquefois en deux les galets du poudingue.

Ces poudingues constituent des bancs épais; ils existent fréquemment avec des bancs d'un calcaire dur, cristallin, à lamelles brillantes, dont la couleur varie entre le blanc parfait et le brun presque noir. M. Sismonda rapporte au lias inférieur les schistes argileux de Petit-Cœur, et au lias supérieur les poudingues quarzeux et calcaires qui leur sont superposés, ainsi que les calcaires intercalés dans le poudingue.

Il distingue ces derniers calcaires des calcaires couleur blanc sale ou jaunâtre à structure lamellaire et saccharoïde, que l'on observe à Villette, et qui paraissent reposer sur le précédent. Le calcaire de Villette passe insensiblement dans sa partie supérieure à une brèche violette, formée de fragments de calcaire compacte et de fragments de schistes. Nous avons recueilli dans cette brèche plusieurs bélemnites, trop

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

altérées pour qu'il soit possible d'en déterminer l'espèce. Nous y avons vu aussi quelques restes d'un pecten. M. Sismonda les avait déjà signalés dans cette localité. C'est sur cette brèche qu'est construit le nouvel établissement des missionnaires de Tarentaise, qui nous ont offert un déjeuner et nous ont fait des instances pressantes pour nous engager à demeurer plus longtemps parmi eux.

M. Sismonda classe les calcaires de Villette dans l'oolite inférieure, et enfin il met dans l'oxford-clay la grande masse de grès, plus ou moins métamorphiques, qui s'étendent, depuis Villette, jusqu'au-delà du petit St-Bernard. C'est cette dernière formation qui renferme les principales masses d'anthracite que l'on exploite en Tarentaise, en Maurienne et dans le Dauphiné.

Arrivés à Aime, nous avons trouvé des montures, que l'obligeante prévoyance de M. Replat avait fait préparer pour chaque membre, et nous avons pris aussitôt la route des mines de Macot, où il nous avait lui-même précédés. Nous avons examiné, sur la route, le gîte d'anthracite que l'on exploite près du village de Macot. L'arrivée de la Société à la mine a été saluée par des détonations de boîtes qui retentissaient sur toutes les hauteurs environnantes. Nous avons parcouru les diverses galeries; M. Replat, qui nous accompagnait partout, et M. Curten, qui est chargé de la direction de l'établissement de Macot, s'empressaient de nous donner toutes les explications désirables.

Le filon de plomb sulfuré argentifère de Macot traverse un grès talqueux. Celui-ci est tellement cristallin dans le voisinage de la galerie, qu'on le prendrait volontiers pour une roche ancienne non métamorphique. Il est hors de doute qu'un grand nombre d'échantillons de cette roche, convenablement choisis, ne pourraient que difficilement être distingués d'autres échantillons de véritables granites et schistes talqueux, avec lesquels on les mettrait en parallèle. Mais l'illusion disparaît lorsqu'on considère la roche sur place : on ne tarde pas à reconnaître qu'elle est formée de débris de roches plus anciennes, et que l'aspect cristallin dont elle jouit à un haut degré vient d'une modifica-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tion qu'elle a subie depuis sa formation. Du reste, la nature et les caractères minéralogiques de la roche changent rapidement à de très petites distances, ce qui s'explique aisément lorsqu'on la considère comme composée de débris d'autres roches.

La galène de Macot est à petites facettes : aussi est-elle plus riche en argent que celle de St-Jean-de-Maurienne, qui est à grandes facettes. Le quarz et le sulfate de baryte sont les gangues principales qui accompagnent la galène de Macot : à St-Jean-de-Maurienne, c'est le quarz et la blende qui dominent dans les gangues.

Le minerai, extrait de la mine qui est située presque au sommet de la montagne, est transporté beaucoup plus bas, dans un vaste établissement, où il est réduit en poudre et lavé. Le schlich est ensuite apporté aux fonderies royales d'Albert Ville, où l'on achève de le traiter en séparant d'abord le plomb et l'argent du soufre dans le fourneau à reverbère à double sole, puis l'argent du plomb par la coupellation.

Le transport du minerai, depuis la mine jusqu'à l'atelier de bocardage, qui se faisait, il y a quelques années, à dos de mulet, s'exécute à présent presque sans frais par un moyen extrêmement simple et ingénieux. Un canal, non recouvert, d'environ $0^{m},50$ de large, a son fond et ses deux côtés garnis de cailloux de quarzite ; on fait accumuler l'eau d'une petite source dans un réservoir situé au sommet de ce canal ; lorsque ce réservoir est plein, on laisse l'eau s'échapper ; elle entraîne avec elle, le long du canal, le minerai, préalablement réduit en fragments de la grosseur du poing, que des ouvriers versent à mesure à l'origine du canal.

On exploite, près de l'établissement de Macot, une mine d'anthracite, placée dans un schiste argileux. M. Curten avait eu l'attention d'y recueillir des schistes impressionnés, qu'il a offerts aux membres de la Société. M. le chanoine Landriot y a signalé des espèces qu'il a déclarées identiques à celles de la houille des environs d'Autun.

Après un excellent dîner, offert par M. Replat, dans l'établissement royal, la Société a repris la route de Moutiers.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Je dois rappeler deux observations, faites le matin, que j'ai omises tout-à-l'heure pour ne pas détourner l'attention de la série des roches.

1° Près de St-Marcel il existe, dans une prairie, deux vastes creux, ayant l'un et l'autre la forme d'un cône renversé, qui ont été produits subitement sans qu'on sache la cause de ce phénomène. La circonférence de l'un de ces cônes est de 40 mètres, celle de l'autre est de 60 mètres. Outre ces deux affaissements du sol, que la Société a eu l'occasion d'observer, M. le chanoine Carrel en a cité deux autres tout semblables qu'il a vus près de Moutiers, l'un qui n'a que 7 à 8 mètres de circuit, l'autre qui est plus large que les deux premiers. Nous avons présumé que le sol de ces prairies repose sur le gypse et que ce phénomène est analogue à ce qui se pase plus en grand sur le Mont-Cenis, où les eaux qui traversent le gypse pour arriver dans le lac produisent des affaissements coniques bien plus considérables.

M. le chanoine Carrel rappelle, à cette occasion, que le petit lac, voisin de l'hospice du petit Saint-Bernard, s'est desséché tout d'un coup en 1841. Le recteur de l'hospice ayant détourné les eaux des sources qui alimentaient le lac, a fait couvrir le fond de celui-ci de trois pavés superposés les uns aux autres et formés de grosses dalles. En moins de vingt-quatre heures, après qu'il eut ramené les eaux dans le lac, tout a été emporté. On voit, au milieu du lac, un creux par lequel l'eau se précipite et disparaît.

2° M. Carrel a fait observer, au détroit du Cielx, un mamelon arrondi couvert de stries parallèles à la vallée. Quelques unes de ces stries ont 6 à 7 mètres de long, et une profondeur de 5 à 6 millimètres. Effacées sur les surfaces exposées à l'air depuis longtemps, ces stries sont parfaitement conservées sur les points qui, recouverts de terre pendant des siècles, n'ont été mis à nu que depuis les travaux exécutés dans les dernières guerres. M. Carrel considère ces stries comme l'effet évident d'un ancien glacier. Elles sont analogues à celles qu'il a observées lui-même dans les glaciers actuels. M. Carrel, en 1842, a saisi la nature sur le fait au glacier de la Brenva à Courmayeur: en déta-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

chant successivement la glace avec une hache, il a vu de petits cailloux granitiques incrustés dans la glace et faisant sur les roches encaissantes l'office d'un diamant ou d'un burin.

La Société avait résolu d'aller le lendemain, jeudi, examiner les schistes du col de la Magdelaine et les ammonites qu'ils renferment. Déjà M. le chevalier Ferraro de la Marmora, intendant de la province, et M. le comte del Caretto, major de place, avaient donné les ordres nécessaires pour faire mettre une monture à la disposition de chacun des membres; mais une pluie abondante a rendu impossible cette excursion vivement désirée. Malgré les rigueurs de l'atmosphère, la Société est allée visiter le bel établissement des eaux de la Périère, à l'invitation de M. l'avocat Morel, qui en est le directeur. Au retour, elle a examiné les calcaires et les gypses de Salins, les deux sources d'eau salée où l'on vient de construire un établissement. Avant de rentrer à Moutiers, elle a parcouru avec le plus vif intérêt toutes les parties du vaste et important établissement royal des Salines.

Le même soir, nous sommes venus coucher à Albert-Ville, pour arriver de bonne heure aujourd'hui à Chambéry.

DISCUSSIONS ET COMMUNICATIONS.

A la suite du compte-rendu du voyage en Tarentaise, M. Bourjot fait une remarque sur les schistes argilo-calcaires de Grézi, et les rhombes réguliers qui y sont formés par des veines spathiques. La division en rhombes, séparés par des veines spathiques, est pour lui un simple phénomène de retrait et de cristallisation qui ne suppose point une injection plutonique de chaux carbonatée.

M. Virlet persiste dans l'opinion déjà exposée plus haut, et, pour l'appuyer, il signale des veines spathiques plus considérables observées dans le même lieu, qu'il croit être les filons générateurs, d'où les filons plus petits ont pris naissance pour se ramifier dans tout le terrain.

M. Sismonda, tout en protestant qu'il admet en général dans les roches des filons soit calcaires, soit quarzeux, in-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

jectés à l'état igné, pense que le fait actuel peut s'expliquer par les lois ordinaires de la cristallisation ; la disposition des rhombes lui semble prouver évidemment un déplacement horizontal des couches.

M. Virlet objecte qu'outre les veines spathiques que produisent les rhomboïdes réguliers, il y a d'autres veines actuellement continues, qui deviendraient discontinues si un déplacement des couches avait lieu dans le sens horizontal.

M. Chamousset lui répond que ces dernières veines spathiques composent un système différent du premier, qu'on les distingue aisément soit à leur couleur moins pure, soit à leur moindre épaisseur, et qu'il est permis de les supposer formées postérieurement au déplacement horizontal dont il est question. Il regarde comme impossible que le hasard seul ait pu disposer les veines spathiques de telle manière que chaque couche horizontale soit partagée en un même nombre de rhomboïdes, ayant respectivement la même longueur. De plus, il a observé, *fig.* 5, plusieurs veines qui se bifurquent ou même se subdivisent en trois parties : dans ce cas, la division continue dans une ou plusieurs couches inférieures, et les veines spathiques conservent dans chaque couche le même angle de divergence ; de sorte qu'un simple déplacement horizontal des couches ne ferait pas seulement coïncider les rhomboïdes de même dimension, mais il rétablirait la continuité dans les subdivisions mêmes des veines, qui maintenant sont séparées. M. Chamousset n'admet pas non plus l'origine plutonique des veines spathiques.

Après cette discussion, M. Genin met sous les yeux de la Société une collection de schistes argilo-talqueux et de grès aussi talqueux, provenant de la Roche-Noire des environs de Presles. Cette collection représente toute la série des roches qui recouvrent l'anthracite, autrefois exploitée dans cette localité. Un des échantillons porte une empreinte végétale. Dans le voyage de Tarentaise, nous n'avions rencontré l'anthracite qu'au-delà de Petit-Cœur, ou sur le flanc *oriental* des roches cristallines. A Presles, au contraire, les grès à anthracite reposent sur le flanc *occidental* des mêmes

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

roches. Celles-ci, à l'époque de leur soulèvement, ont rejeté à droite et à gauche les terrains anthraxifères.

M. Beaudoin lit un mémoire sur les rapports de la géologie avec l'agriculture, l'industrie, etc. En voici l'analyse faite par lui-même.

Notes sur quelques unes des applications des sciences géologiques.

Lorsqu'on cherche dans l'étude du sol l'explication de certains phénomènes météorologiques, on est forcé de reconnaître l'influence que les terrains exercent sur la constitution de l'atmosphère par leur relief et par leur nature minéralogique. Il est en effet bien remarquable de voir combien, dans beaucoup de localités, la naissance et le développement des brouillards sont liés à la présence et à la manière d'être des terrains argileux. Nous connaissons dans le département de la Côte-d'Or plusieurs contrées exposées aux brouillards, pour ainsi dire, à toutes les époques de l'année, tandis que d'autres, tout-à-fait voisines et placées dans des conditions orographiques et hydrographiques entièrement semblables, en sont presque entièrement exemptes. Dans les premières, les argiles et les marnes dominent; dans les secondes, au contraire, on ne rencontre que des calcaires. Les sols montueux favorisent beaucoup la stagnation des brouillards et augmentent ainsi notablement l'humidité de l'atmosphère. On sait aussi combien les montagnes influent sur la direction des nuages, et par suite sur les conditions hygrométriques des localités. Quant aux orages, nous aurions lieu de croire qu'à élévation égale, les coups foudroyants sont moins fréquents dans les localités où le sol affecte des formes arrondies que dans celles où il affecte des formes aiguës, ces dernières favorisant beaucoup les tendances naturelles du fluide électrique. C'est aussi ce que viennent appuyer des faits que nous a cités un de nos collègues, M. le chanoine G. Carrel, qui s'occupe beaucoup de météorologie. D'un autre côté, les coups foudroyants paraissent plus redoutables sur les terrains à formes arrondies que sur ceux à formes aiguës; le fluide électrique se trouvant plus divisé, les décharges sont par conséquent moins fortes. Les terrains influent encore puissamment, par leur nature minérale, sur la fréquence et la force des coups foudroyants. Des nombreuses observations que nous avons faites à ce sujet, il résulterait que les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

terrains renfermant des minerais de fer avec quelque abondance n'en sont presque jamais atteints, et que la fréquence et l'intensité des orages y sont en raison inverse de la quantité de minerai qu'ils contiennent. De semblables remarques ont aussi été faites en Angleterre, dans le Devonshire et le Cornouailles, et M. Blavier, ingénieur des mines, a aussi cité un fait analogue dans sa *Statistique minéralogique et géologique du département de la Mayenne*. Il parle de certaines communes à l'approche desquelles les orages les plus menaçants se dissipent ou se tournent dans certaines directions, fait qu'il croit convenable d'expliquer par l'action conductrice de plusieurs masses considérables de diorite renfermant du fer en proportion notable, et qui se rencontrent dans les contrées épargnées.

Puisque les terrains peuvent exercer une influence sur les phénomènes atmosphériques, ils influent aussi pour cette raison, par une conséquence naturelle, sur les produits agricoles. Nous avons vu dans la Côte-d'Or des couches très sujettes aux brouillards l'être également, et en raison directe de leur fréquence et de leur intensité, à cette maladie des végétaux qu'on appelle la *rouille*. Nous connaissons dans le même département des localités placées dans certaines conditions orographiques être presque constamment grêlées chaque année, tandis que d'autres tout-à-fait voisines, mais jouissant d'un sol disposé moins défavorablement, ne le sont ou pourrait dire jamais. Toutefois ces effets, quoiqu'ayant pour cause première le relief et la nature des terrains, ne sont, pour ainsi dire, qu'indirects ; d'autres, plus puissants et résultant également de la même cause, influent d'une manière plus directe sur la vie du végétal, et pour cette raison acquièrent en agriculture une beaucoup plus grande importance. — Personne n'ignore, en effet, que toutes les espèces de plantes ne croissent pas d'une manière également heureuse dans toutes les espèces de terres. Tel végétal qui, comme le châtaignier, réussit dans un sol siliceux, périt promptement lorsqu'il est transplanté dans un sol calcaire. En un mot, chaque genre de plante affectionne particulièrement une espèce de terrain. Quelques végétaux, cependant, comparativement peu nombreux, paraissent croître presque indifféremment dans toutes les espèces de sols ; mais, à part ces exceptions, il semblerait que chaque couche minérale peut, suivant sa nature, son élévation et son exposition, être pour ainsi dire caractérisée, soit par la présence ou la fréquence de certaines plantes, soit par les associations ou les particu-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

larités qu'elles peuvent présenter. On sait aussi, d'ailleurs, que chaque genre de plantes ne puise pas dans un même sol des principes identiquement semblables. C'est sur cette vérité bien connue qu'est basé le grand art des assolements.

M. Beaudouin passe ensuite rapidement en revue l'influence du sous-sol, de la valeur du terrain et de certaines substances minérales sur la végétation. Il jette un coup d'œil sur les rapports qui existent entre les études géologiques et l'industrie minérale. Il examine l'influence de la constitution géologique du sol sur la constitution physique des habitants, et il appelle l'attention de la Société sur la coïncidence des délimitations des massifs de terrains, avec celles des peuplades primitives. M. Beaudouin termine ainsi :

C'est donc à la géologie qu'il appartient d'indiquer au météorologiste les causes de plusieurs phénomènes atmosphériques. C'est elle qui fera connaître à l'agriculteur la nature du sous-sol, l'origine du sol qu'il cultive, les matières minérales que la nature met à sa disposition pour l'améliorer et les sources cachées dont il pourrait disposer pour le féconder. Elle indiquera à l'industriel le gisement des minéraux utiles aussi bien que les moyens de les exploiter, leur nature aussi bien que les moyens de les combiner pour en faciliter ou améliorer l'emploi.

C'est aussi la géologie qui, en indiquant au médecin les causes premières de certaines maladies, le mettra à même de les prévenir et de les combattre avec plus de confiance et de succès. C'est elle encore qui le guidera dans la recherche des sources minérales, si utiles dans l'art qu'il pratique. Enfin, le philosophe et l'historien pourraient trouver dans l'étude de la géologie des indications utiles et intéressantes, qui les aideraient plus ou moins dans leurs travaux.

M. Michelin n'admet pas, avec M. Beaudouin, la répartition exclusive des plantes dans certaines zones et dans certains terrains; ce fait, reçu d'abord généralement en botanique, a été mis en doute par la suite : les savants les plus distingués en sont revenus.

M. Beaudouin réplique que l'opinion de M. Michelin n'est vraie que pour quelques végétaux, et qu'il est bien établi

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pour d'autres végétaux qu'ils ne se propagent que dans des zones et des sols particuliers.

Mgr Billiet confirme ce que M. Beaudouin vient de dire; il l'a reconnu pour plusieurs plantes; il en est qui croissent communément dans les vallées de la Maurienne et de la Tarentaise, et qu'il a inutilement cherché à cultiver à Chambéry; tel est le pastel ou *isatis tinctoria*.

M. Virlet rappelle qu'au Mont-du-Chat, M. l'abbé Tournier a fait remarquer que l'*arbutus uva ursi*, appelé communément *busserolle*, est extrêmement abondant sur la dolomie, et ne croît sur aucune autre roche de cette montagne; elle peut, en quelque sorte, y indiquer les limites de la dolomie. Tout en reconnaissant, ajoute M. Virlet, que cette plante est très commune dans beaucoup d'endroits, il n'en est pas moins vrai que, pour la localité dont il s'agit, l'influence de la nature minérale des roches se fait sentir d'une manière tout-à-fait remarquable.

M. Chamousset dit que l'on distingue aisément et à distance les blocs erratiques alpins et surtout le granite, par les seuls lichens qui vivent à leur surface.

Mgr Billiet, qui a fait déjà depuis longtemps une étude complète des lichens de la Savoie, ajoute que les espèces qui se développent sur le calcaire sont tout-à-fait différentes de celles que l'on voit sur les granites.

M. Virlet a reconnu un fait analogue sur les masses de quarz du département de la Loire, où le lichen *Umbilicaria pustulata* ne croît exclusivement que sur cette roche, et M. Beaudouin rappelle des observations analogues faites par M. Elie de Beaumont dans le Calvados.

M. Clément-Mullet signale l'abondance exclusive du *galeopsis ochroleuca* sur les granites d'Autun et de Saint-Etienne, ainsi que la facilité avec laquelle le hêtre croît sur les roches calcaires de l'Aube, où il ne se voit presque jamais sur le gault.

M. Bernard, qui a parcouru en botaniste beaucoup de pays, a eu l'occasion de voir grand nombre de faits semblables.

M. Michelin reprend qu'il est vrai que dans une localité

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

particulière telle plante se trouvera principalement sur un terrain donné; mais que la même plante pourra, dans un autre pays, se rencontrer souvent dans des terrains tout différents.

M. Beaudouin ajoute enfin que la proposition par lui émise se rapporte plutôt à la nature minéralogique du sol qu'à sa position géognostique; que, dans tous les cas, il faut tenir compte de la hauteur, de l'exposition et de la minéralogie du lieu.

M. Landriot demande à M. Beaudouin dans quel sens il a dit que le terrain influe sur le physique et le moral des habitants : est-ce directement par sa nature, ou seulement par l'influence que la forme et la nature du sol exercent sur les circonstances climatériques?

M. Beaudouin explique sa pensée en disant que ces dernières circonstances, qui dépendent en partie du sol, agissent immédiatement sur le physique et par suite sur le moral des habitants.

M. Virlet donne à cette occasion quelques détails sur le crétinisme de la vallée de l'Isère qui lui ont été communiqués par M. Dubouloz, médecin à Montmeillan, et qui semblent être la confirmation des idées développées par Mgr Billiet sur le crétinisme dans ses rapports avec le métamorphisme. Le crétinisme domine sur toute la rive gauche, où règne le terrain schisteux métamorphique ; à la Chavanne, à Coize, et depuis Châteauneuf jusqu'à Grenoble, le tempérament lymphatique prédomine avec beaucoup de crétins; cependant la vallée est très large, et beaucoup de hameaux où règne aussi cette infirmité occupent les sommets des collines médianes; tandis que sur la rive droite de l'Isère, pays presque tout calcaire, on ne rencontre pas un seul crétin; la population y est plus active et plus intelligente, et c'est le tempérament sanguin qui prédomine.

M. Landriot trouve la raison de ce dernier fait dans la plus grande humidité qui règne ordinairement sur la rive gauche de l'Isère, humidité qui a pour cause, non la différence minéralogique du sol, mais la différence d'exposition

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

aux rayons solaires et aux vents, et un écoulement plus difficile des eaux.

M. Virlet d'Aoust donne les détails suivants *sur l'endiguement de l'Isère et l'opération du colmatage* auquel il donne lieu.

La Société géologique, ayant visité avec intérêt les travaux de l'endiguement de l'Isère et l'opération du colmatage ou des acoulis, qui est une des plus heureuses applications de la géologie à l'agriculture, n'entendra peut-être pas avec moins d'intérêt les quelques détails que j'ai recueillis à ce sujet et les calculs qu'ils m'ont permis de faire.

L'endiguement de l'Isère en Savoie s'étendra depuis Albertville jusqu'à la frontière de France, sur une longueur de 100 kilomètres; la section de la rivière a été maintenue à 130 mètres. Les digues dites mobiles sont construites en très gros blocs de calcaire métamorphique provenant des carrières de Cruet, d'où ils sont transportés sur place à l'aide d'un plan incliné de 150 mètres de longueur avec une pente de 0,20 cent. et de chemins de fer qui parcourent toute la ligne. Ils sont assemblés sans être taillés et sans mortier, à la manière des anciennes constructions cyclopéennes. La rivière, venant ensuite affouiller le terrain, fait descendre successivement cet assemblage de blocs, jusqu'à ce qu'il ait acquis une assiette solide et parfaite, ce qui demande au moins dix ans. Un endiguement fixe en maçonnerie aurait coûté le double et aurait peut-être exigé plus de réparations d'entretien, tandis que, par l'ingénieuse méthode employée, c'est la rivière qui fixe en quelque sorte elle-même ses digues, qui doivent toujours être maintenues de 90 cent. à 1 mètre au-dessus du niveau des plus grandes crues.

Le gouvernement paie 55 fr. 50 c. par mètre courant de digue simple aux entrepreneurs, qui restent chargés de l'entretien pendant dix ans, en sorte que cette opération coûtera, avec les autres frais d'administration, environ 12,000,000 de fr; mais elle aura l'avantage de restituer complétement 5,000 hectares d'excellentes terres à l'agriculture et de garantir d'inondations fréquentes 25,000 autres hectares, qui, en raison de cette circonstance, n'avaient qu'une valeur vénale de 15,000,000 de fr. ou de 600 fr. par hectare.

Or, si l'on suppose pour chaque hectare une valeur future d'au moins 2,000 fr., qu'ils ne peuvent manquer d'acquérir bientôt, et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

que l'on déduise des 60,000,000 de fr. représentant la valeur totale des terrains garantis et restitués les 15,000,000, valeur actuelle des 25,000 hectares qui ont été seulement préservés des inondations, on voit qu'il reste une valeur de 45,000,000 de fr., dont le gouvernement augmente tout d'un coup la richesse sociale.

Les *acoulis* ou *comblées* se font à l'aide de prises d'eaux, ménagées de distance en distance, qui permettent de dériver à volonté les eaux laiteuses et troubles de l'Isère sur le sol, et où, à l'aide de petits barrages, le limon, composé de talc calcarifère mêlé d'ardoise, qu'elles amènent, se dépose; en ménageant convenablement l'opération, les atterrissements peuvent s'élever de 15 à 16 centimètres par an, ce qui suffit dans le plus grand nombre de cas : ce sol reformé devient rapidement très fertile. C'est ainsi qu'en Italie on est parvenu à rendre à la culture une partie du Mantouan, du Ferrarais et de la Lombardie, auparavant tout-à-fait infertile.

Quoique, financièrement parlant, cette opération puisse être considérée comme excellente pour le gouvernement, qui n'a pas reculé devant la grandeur de la dépense, et pour les habitants qui en profitent, cependant cette conquête durable des arts de la paix sur une rivière non moins inconstante et non moins dévastatrice que l'Arve (1) assure bien mieux à *Charles-Albert* la reconnaissance des populations agricoles que n'auraient pu le faire les plus brillantes conquêtes de la guerre, qui traîne trop souvent à sa suite la désolation et la barbarie.

M. Virlet donne ensuite quelques détails sur la possibilité de l'application de cette méthode d'atterrissement pour rendre à l'agriculture beaucoup de terrains qui, par suite du déboisement ou de leur pente rapide sur les flancs des montagnes, sont aujourd'hui dénudés et complétement privés de végétation. La Société, dit-il, a pu remarquer combien les différentes *combes* qu'elle a parcourues jusqu'ici

(1) L'endiguement de l'Arve est dû au roi *Charles-Félix*. Auparavant, cette rivière turbulente et torrentielle, qui descend des glaciers de Chamounix et traverse tout le Faucigny, en se creusant, comme l'Isère, un lit au hasard et selon le caprice des orages, portait souvent, comme celle-ci, la désolation dans les campagnes riveraines, aujourd'hui assurées contre ses empiétements.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sont fertiles et couvertes d'une végétation vigoureuse qui contraste avec la nudité des pentes calcaires qui les dominent ou qui leur sont inférieures; cela tient à ce que les combes, existant presque toujours sur les tranches ou les affleurements des assises argileuses, sont composées d'un sol végétal profond qui retient les eaux et l'humidité. Rien ne paraît fort souvent plus facile à M. Virlet que d'emprunter à ce sol fécond, et à l'aide des sources et des petits cours d'eau qui s'échappent de ces combes, une partie des terres qui manquent aux terrains inférieurs. Il suffirait de délayer le sol argileux dans des fosses ou bassins pratiqués à ce sujet et de le transporter ensuite, à l'aide de rigoles, dans les lieux où la terre manque. Dans le cas où on ne pourrait y faire arriver directement les rigoles, il serait toujours facile de recueillir le limon dans le voisinage à l'aide de petits bassins de décharge ménagés à la suite les uns des autres, ou étagés de distance en distance de manière à pouvoir ensuite le transporter de ces réservoirs partout où il serait nécessaire. Ce moyen, déjà pratiqué par M. Virlet, à la vérité dans un autre but, permettrait de rendre à la culture beaucoup de terrains aujourd'hui stériles faute de terre végétale; ce ne serait d'ailleurs, ajoute-t-il, qu'une imitation modifiée de ce que la Société a vu pratiquer aux mines de Macot, pour le transport et le lavage du minerai de plomb.

M. Sismonda présente la carte géologique des États sardes. Il appelle l'attention sur la direction des serpentines, des granites, des siénites, des protogines, des porphyres, etc., et en conclut l'existence évidente de quatre soulèvements principaux, qui ont donné successivement au sol des Alpes et du Piémont son relief actuel. Il indique en même temps deux autres soulèvements, dont les caractères sont plus incertains, et sur lesquels il ne peut encore rien affirmer de positif. Il entretient ensuite la société des terrains stratifiés et de leur état métamorphique. Les faits observés à Petit-Cœur lui paraissent établir avec évidence que les schistes de cette localité ne sont pas antérieurs au lias; quant aux roches alpines plus anciennes, elles ont tellement été modifiées depuis leur formation, qu'elles se confondent au-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

jourd'hui avec les roches primitives. Il croit devoir s'arrêter peu sur ce sujet, qu'il a déjà traité dans plusieurs mémoires. Passant ensuite aux terrains crétacés, il indique les localités où l'on trouve soit la craie inférieure, soit la craie supérieure ; il comprend dans celle-ci les roches à Nummulites de Gassine, et celles des collines de Brois, de Brauss, du sommet des montagnes de la Roja, etc., dans le comté de Nice. Il fait connaître la nature et l'extension du terrain tertiaire au-delà des Alpes, où il n'est représenté, dit-il, que par ses deux divisions supérieures, les formations miocène et pliocène. Il place dans la première les collines de Superga et toute la partie du Piémont appelée les Zanghes, et dans la seconde les collines de l'Astesan, composées d'argiles dans le bas et de sables dans les couches les plus superficielles. Ces sables sont quelquefois remplacés par un calcaire grossier; d'autres fois entre l'argile et les sables s'interposent des dépôts de gypse, renfermant beaucoup d'empreintes de plantes et quelques poissons d'eau douce.

Cet important travail, dont M. Sismonda s'occupe depuis quatorze ans, est sur le point d'être terminé. Il déclare cependant ne lui point attribuer une exactitude absolue, et n'aspirer qu'à ce degré d'approximation qu'un homme seul peut espérer d'obtenir dans un pays aussi accidenté que les Alpes.

M. Michelin demande à M. Sismonda si, dans son opinion, les Alpes manquent entièrement des terrains de transition, du terrain houiller et du trias.

M. Sismonda répond affirmativement.

M. de Verneuil fait observer que, d'après M. de Collegno aussi, la formation jurassique est la plus ancienne des formations sédimentaires de l'Italie.

M. Chamousset donne lecture, au nom de M. Fournet, de la note suivante.

Note sur les terrains houillers du Languedoc, par M. J. Fournet.

On distingue parmi les bassins houillers deux genres de dispositions, l'une en petits dépôts, auxquels on attribue une origine

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lacustre, l'autre en zones très étendues, que l'on considère comme ayant été établies dans des concavités marines. Les grandes formations houillères du N. de la France, de la Belgique et de l'Angleterre rentrent dans ce dernier cas, et l'on range dans le premier tous les gîtes éparpillés à la surface de notre pays.

Sans rejeter le fond de cette idée, on peut cependant concevoir quelques doutes sur son application générale; car, d'après mes observations, faites en 1842, il existe, près du littoral méditerranéen, dans le Languedoc, un gîte de combustibles que l'on ne pourrait pas confondre complétement avec ceux de Saint-Étienne et autres. Ceux-ci, placés à nu sur les terrains primordiaux, renferment des conglomérats composés des débris des roches anciennes du voisinage, qui en localisent pour ainsi dire la formation. Les caractères du dépôt méridional de Roujan, près de Pézénas, coïncident, au contraire, pleinement avec ceux que l'on attribue aux grandes masses septentrionales. Il repose sur le calcaire gris sub-cristallin de la Montagne-Noire, auquel il est lié d'une manière d'autant plus intime qu'à la concordance de stratification se joint un passage de certains membres du système calcaire à ceux du système houiller.

En effet, d'une part, entre les assises calcaires, on trouve des grès siliceux et des lames de schistes carburés, pyriteux, offrant des parcelles d'anthracite près de Roujan et des empreintes de calamites près de Burlats; et d'autre part le terrain houiller contient des grès composés de débris essentiellement quarzeux, avec des schistes à empreintes et des houilles, indiquant, en quelque sorte, un simple développement des ébauches de formation, manifestées dans le système calcaire. Le grès houiller, souvent complétement quarzeux, se rapproche parfaitement du millstone gris et trahit, par sa constitution, une couche de transport plus largement développée que celle qui a produit les grès des petits bassins que l'on peut encore considérer comme lacustres.

Non seulement ce terrain houiller repose directement sur une formation marine; mais il est suivi d'une manière non moins immédiate et encore en stratification concordante, par le grès bigarré, dans les assises inférieures duquel on trouve des térébratules et autres coquilles marines, ainsi que des schistes bitumineux analogues aux schistes problématiques d'Autun, dans lesquels plusieurs géologues voient encore un équivalent du zechstein. On a donc, en ce point, une association par interposition entre deux dépôts essentiellement marins, savoir: le système calcaire inférieur, caractérisé par des madrépores et des crinoïdes, et le sys-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tème des schistes noirs et grès bigarrés supérieurs, caractérisé par des térébratules, etc.

Les fossiles manquent pour cette formation houillère; mais leur absence est compensée par le millstone grit, que l'on regarde comme très caractéristique, ainsi que par les différents passages qui lient les schistes houillers aux schistes carburés inférieurs et aux schistes bitumineux supérieurs, en sorte que tous les caractères, tant de position que de composition, militent fortement en faveur de l'existence d'une formation houillère marine en ce point. Remarquons d'ailleurs que, si l'on voulait donner la préférence à l'idée d'un déplacement momentané des mers, on aurait à rendre compte du défaut de discordance dans la stratification et sans la délimitation exacte des couches, dont les tranches se succèdent à la manière de celles qui ont été déposées dans un même bassin, en sorte que l'on ne ferait que compliquer la question, au lieu de la résoudre.

Le calcaire qui touche de si près à la houille appartient au terrain devonien, comme les fossiles suivants, dont la détermination faite par MM. Jourdan, Agassiz, Michelin et de Verneuil, le prouvent sans aucun doute :

Stromatopora concentrica, Goldfuss;
Calamopora spongites, Goldfuss;
Cyathophyllum turbinatum? Goldfuss;
Cyathocrinites pentagonus, Goldfuss;
Orthoceras annulatus;
Pentacrinites rugosus?

Pour terminer, il nous reste à faire observer que de nouvelles études tendent à faire ranger parmi les terrains carbonifères proprement dits des calcaires de transition de la France, considérés naguère encore comme siluriens, tels que ceux de Regny, dans le département de la Loire. C'est du moins là le résultat auquel est arrivé récemment mon collègue Jourdan, en sorte qu'il faut ajouter ces derniers à ceux de Sablé, de Tournay et de Kendal. Il devient donc évident que l'idée de refoulement de la mer carbonifère vers le N. de la France doit être abandonné, et qu'il faudra y substituer celle de la possibilité de son extension vers nos provinces méridionales.

MM. Landriot, de Verneuil, et Michelin citent successivement plusieurs faits à l'appui de ce que M. Fournet vient d'établir.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Chamousset fait verbalement une communication qu'il a résumée dans la note suivante.

Sur les caractères et l'indépendance des terrains jurassiques et néocomiens de la Savoie.

Dans la réunion de la Société géologique à Aix en Provence, en 1842, M. Matheron avait émis et défendu l'opinion que le terrain néocomien est composé seulement des masses et des calcaires marneux qui, aux Lattes, à Escragnolles, à Cassis, etc., reposent sur le calcaire à *Chama ammonia;* que celui-ci représente le calcaire portlandien dans la Provence et sur le versant occidental des Alpes, et qu'enfin les marnes grises à *Spatangus retusus*, inférieures au *Chama ammonia*, ne sont autre chose que les marnes kimméridgiennes. Cette opinion a été consignée par notre collègue et ami de Marseille, dans son *Catalogue méthodique et descriptif des corps organisés fossiles du département des Bouches-du-Rhône*, etc., ouvrage appelé d'ailleurs à rendre de grands services à la géologie par une description détaillée et fidèle de toutes les formations du S.-O. de la France, supérieures au grès bigarré, et surtout par 41 planches dans lesquelles il a figuré la plupart des fossiles de cette contrée.

La manière de voir de M. Matheron, opposée à celle des autres membres de la Société présents à la réunion d'Aix en Provence, y a été vivement combattue. J'annonçai, de mon côté, que si les faits observés aux environs d'Aix et de Marseille pouvaient laisser quelque doute sur cette importante question, un examen attentif des formations secondaires de la Savoie ne manquerait pas de les dissiper. Alors commença à se former le projet heureusement accompli de la réunion de Chambéry. M. Matheron s'est empressé d'appeler la discussion sur ce nouveau terrain. Nous devons regretter que les circonstances ne lui aient point permis de venir. Ses connaissances étendues en géognosie et en paléontologie auraient fait goûter ses discussions à ceux mêmes qui ne partagent pas en tout son sentiment. Son absence est pour moi un motif d'abréger et de ne donner qu'un court résumé des observations qui m'ont fait adopter une opinion contraire à la sienne.

Je commence par indiquer quelles sont les principales subdivisions des terrains jurassiques de la Savoie, et de ceux que jusqu'ici l'on a généralement compris dans la formation néocomienne. J'arriverai ensuite à l'exposé des faits qui établissent leur indépendance.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1° SÉRIES JURASSIQUE ET NÉOCOMIENNE DE LA SAVOIE.

Terrain jurassique.

Je passe sous silence les roches profondément modifiées que la Société vient de visiter dans la Tarentaise, et que de savants géologues placent dans le lias et même dans l'oxford-clay. Ces grès et ces schistes métamorphiques constituent une masse puissante qui se prolonge dans l'intérieur de la chaîne principale des Alpes, parallèlement aux roches cristallines avec lesquelles elles sont en contact. A quelque distance de la chaîne centrale, sur son revers O., et parallèlement aussi à la même chaîne, court un immense dépôt dont le Jura est le type, et qui conserve dans toute son étendue, jusque sur les bords de la Méditerranée, des caractères frappants et distinctifs, pour lesquels il est reconnu par tous les géologues sous le nom de terrain jurassique. Cette formation, qui occupe une si grande longueur, est resserrée dans sa largeur entre des limites assez étroites. A Lyon, on ne trouve que le lias et quelques uns des étages de l'oolite inférieure. Lorsque, partant de cette dernière ville, on se dirige vers les Alpes, on rencontre successivement les étages plus récents du Jura, jusqu'à ce que l'on arrive près de l'Isère; car, alors, le jurassique supérieur cesse tout-à-coup. Il ne se montre plus au-delà de l'Isère, à moins qu'on ne l'y suppose représenté par les roches métamorphiques. Les collines de Montmayeur, de Leyssand, etc., sont formées par les marnes et les calcaires marneux du lias, base du terrain jurassique et la seule partie de cette formation qui existe *évidemment* sur la rive gauche de l'Isère.

La Société a observé les principaux étages du terrain jurassique de la Savoie, dans l'excursion du Mont-du-Chat. Je n'ajouterai que quelques détails relatifs aux subdivisions supérieures; ce sont celles qui ont le plus d'importance aux environs de Chambéry, et dans la question présente, il est surtout nécessaire d'étudier les rapports qu'ont les étages les plus élevés dans l'échelle jurassique avec les roches néocomiennes.

Nous avons vu le fer oolitique reposer sur l'oolite inférieure. On peut diviser en deux grandes masses tout le terrain jurassique qui commence à l'oolite ferrugineuse: la première, qui comprend ce minerai à sa base, est essentiellement marneux et se compose de marnes et de calcaires marneux; la seconde, qui lui est superposée, est un calcaire blanc, oolitique dans le bas, généralement compacte dans le haut, qui acquiert une grande puissance. Ce

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

calcaire blanc est recouvert immédiatement par les roches appelées jusqu'ici néocomiennes.

Ces deux grandes subdivisions se montrent dans la Provence avec les mêmes caractères. La Société a reconnu en 1842, dans l'escarpement jurassique qui domine Mazaugues, la ressemblance parfaite qui existe entre ces roches et celles du Jura, la puissance exceptée, qui est beaucoup moindre par chaque étage à Mazaugues.

Les fossiles nombreux et bien connus de l'oolite ferrugineuse du Mont-du-Chat les classent dans les couches inférieures de l'oxford-clay. Il en sera de même du calcaire blanc-grisâtre dans lequel ce minerai est interposé. Ce calcaire, qui manque absolument à Chanaz, où le minerai de fer est immédiatement recouvert par des marnes bleues, prend ailleurs un grand développement; et comme le fer oolitique n'existe que dans quelques localités, ce calcaire gris-blanc devient un horizon géologique très précieux pour nos contrées. Il est, du reste, impossible de le confondre avec les autres roches jurassiques, dont il se distingue aisément, soit par ses caractères minéralogiques, soit par ses fossiles. Les principaux sont certaines ammonites et bélemnites, et un apticus que l'on ne trouve jamais que dans cet étage, etc. C'est ce calcaire qui constitue aux portes de Chambéry la colline de Lémenc. Dans sa partie supérieure, il renferme beaucoup de silex poreux, à forme singulière, ou de silex compacte à forme arrondie (1). La roche calcaire contient alors de nombreux polypiers, des cidaris, des baguettes de cidaris et des encrines.

Ce calcaire s'enfonce sous une masse puissante de marnes feuilletées. Les couches supérieures de ce calcaire, devenues marneuses, et les premières marnes qui les couvrent, donnent souvent, sous le marteau, une forte odeur de bitume ou de pétrole. Tels sont les calcaires marneux et les marnes de Montagnole, si riches en fossiles, particulièrement en encrines, cidaris, baguettes de cidaris, une espèce d'huître et dents de poissons.

On peut suivre ce calcaire jusque sur la rive droite de l'Isère. On le voit à la Clusaz, près de Chambéry, plonger sous la formation marno-calcaire de Montermiod, du Bout-du-Monde et de la

(1) Ces nodules siliceux se rencontrent aussi, et avec plus d'abondance, dans un autre calcaire, appelé pour cela calcaire à chailles. Celui-ci est intermédiaire entre l'oxford-clay et le coral-rag (la balme).

(*Chamousset.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Bâtie, et se relever pour former les montagnes de Curienne, de Chignin et de Montmeillan.

Ce même calcaire, ainsi que les calcaires marneux qui l'accompagnent, prend souvent une couleur noirâtre à mesure qu'on s'approche des Alpes, et ils forment les marbres gris ou noirs, coupés de veines blanches spathiques, si abondants sur la rive droite de l'Isère. Ces calcaires noirs à veines blanches se retrouvent dans les montagnes des Beauges, dans celles de Thones, du Faucigny et du Chablais, sur une ligne continue, peu éloignée de la chaîne principale des Alpes. Ils peuvent donc servir aussi d'un excellent horizon géognostique. Ils tiennent dans ces localités la place du calcaire gris de Lémenc ou de l'oolite ferrugineuse du Mont-du-Chat.

Le calcaire gris, plus ou moins marneux de la Porte-de-France à Grenoble, que des savants avaient cru pouvoir rapporter au portlandien, n'est que la continuation de la roche de Lémenc, et représente, par conséquent, l'oxford-clay inférieur. Certaines parties du calcaire de la Porte-de-France ont une odeur de pétrole plus forte qu'à Montagnole même. Le pétrole s'y rencontre parfois entre quelques couches, à demi liquide ou comme desséché.

J'ai rappelé que le calcaire gris-blanc de Lémenc et l'oolite ferrugineuse du Mont-du-Chat supportent une grande masse de marnes feuilletées. A celle-ci succède un calcaire marneux dont les couches, souvent plissées ou ondulées, ont quelques pouces d'épaisseur. Le *Mont-du-Chat*, le *Bout-du-Monde:* celui-ci est gris-bleuâtre dans les environs de Chambéry; mais un peu plus près des Alpes, partout où le calcaire de Lémenc est remplacé par un marbre noir à veines blanches, les marnes feuilletées et les calcaires marneux supérieurs deviennent d'un bleu foncé ou même tout-à-fait noirs.

Les calcaires gris-bleuâtres supérieurs aux marnes feuilletées sont caractérisés *par une très grande quantité* de deux ou trois espèces de térébratules, et surtout par la présence d'un corps singulier ayant la forme d'une petite *poire* terminée par un long manche. Ce corps, qui y est extrêmement abondant, est très certainement un fossile et mérite d'être déterminé. Quelques couches de ce calcaire sont très riches en ammonites, généralement différentes de celles du fer oolitique. On les trouve à Monterminod, à la Ravoire, à Saint-Baldoph, et surtout à Apremont.

Tous ces calcaires marneux ont le plus grand rapport, les fossiles exceptés, avec ceux qui renferment le *Spatangus retusus*. La cou-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

leur des parties exposées à l'air est d'un bleu clair ou jaunâtre ; celle de l'intérieur est d'un bleu plus intense.

Cependant les couches supérieures deviennent moins argileuses, et la roche passe dans le haut à un calcaire jaune, qui paraît être la limite de l'oxford-clay. Quelques bancs de ce dernier calcaire renferment une grande quantité de boules siliceuses, qui lui ont fait donner le nom de calcaire à chailles.

Nous avons vu sur le Mont-du-Chat une dolomie grenue non stratifiée succéder à ce calcaire jaune et être suivie d'une masse énorme de calcaire blanc.

Les premières couches de celui-ci sont oolitiques ; elles deviennent bientôt compactes et renferment des nérinées et des polypiers. C'est dans cette partie de notre terrain jurassique que se trouvent la plupart des nombreuses grottes de notre pays. Je citerai seulement celles de la Grotte, de Saint-Jean-de-Chevelu, de Granier, et surtout la grotte immense et à proportions architecturales que les habitants de Chambéry vont admirer sous Nivolet, près de la source de la Doria. Cette source magnifique, qui sort du rocher à une si grande hauteur et avec assez d'abondance pour faire mouvoir les artifices de la papeterie du Bout-du-Monde, est alimentée par les eaux que les pluies et la fonte des neiges accumulent dans les vastes réservoirs cachés dans l'intérieur de la roche corallienne.

De semblables grottes existent aussi dans le calcaire blanc à *Chama ammonia*. Telle est la célèbre grotte de Banges, remarquable par son étendue, et la grotte plus petite du Charbon, dont tout l'intérieur est orné de beaux cristaux d'aragonite aciculaire. Cette forme cristalline de la chaux carbonatée s'observe fréquemment dans les fentes et les vides de notre calcaire à *Chama ammonia*. On la chercherait inutilement dans les autres formations calcaires de la Savoie.

Enfin, les couches à polypiers et à nérinées sont suivies d'une masse considérable de couches très pauvres en fossiles, et qui sont généralement d'un calcaire blanc compacte.

La montagne de Nivolet présente toute la série que je viens de décrire. Le calcaire blanc-grisâtre constitue (voy. *fig.* 6) le rocher de Saint-Saturnin. Le même calcaire, porté plus haut par une faille, forme un second escarpement au-dessus de l'église de Vérel. Celui-ci supporte le plateau de Pra-Gondran, dont les champs et les prés sont établis sur les marnes feuilletées. L'escarpement couvert de bois qui s'élève au-dessus de Pra-Gondran est tout en-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tier occupé par le calcaire marneux gris-bleuâtre. Ses dernières couches, plus dures et changées en calcaire jaune, forment le rocher nu qui est au pied des prés de Nivolet. Ceux-ci sont dus à la désagrégation du calcaire oolitique, dont les couches inférieures sont ici à grains très fins, souvent ferrugineux et colorés en rouge. La Dent-de-Nivolet est composée du calcaire blanc qui termine en Savoie la formation jurassique.

Terrain néocomien.

La Société a examiné toutes les parties de cette formation, à la cascade de Couz, sur le Mont-du-Chat et sur la montagne de Saint-Jean-d'Arvey. Il me suffira d'observer que les caractères minéralogiques de ses différents étages se conservent avec une constance vraiment surprenante jusque dans la Provence. Voici les principales différences que j'ai pu reconnaître en 1842 : 1° les marnes grises à *Spatangus retusus* ont dans le midi une tendance à devenir plus calcaires, et se changent en un calcaire marneux ; 2° le calcaire blanc à *Chama ammonia* y prend un développement beaucoup plus grand ; 3° enfin, ce dernier calcaire y est recouvert par un système de marnes et de calcaires marneux que nous n'avons pas en Savoie, et qui renferme des *Ancyloceras*, des *Crioceras*, des *Toxoceras*, fossiles qui n'existent point dans ce pays.

Cette formation marno-calcaire, qui, dans l'opinion généralement admise, est *tout au plus* l'étage néocomien le plus récent, constitue toute la formation néocomienne, suivant M. Matheron.

Il résulterait de cette manière de voir que la formation néocomienne n'existerait, en réalité, que dans le midi de la France, et que dans la Savoie, dans la Suisse et à Neufchâtel même, où elle a reçu son nom, il n'y en aurait pas trace, puisque le calcaire de Neufchâtel est inférieur au calcaire à *Chama ammonia*, que M. Matheron croit représenter la roche de Portland.

Le terrain néocomien présente au géologue qui l'étudie en marchant du nord au midi un phénomène analogue à celui que le terrain jurassique offre au géologue qui part de Lyon dans la direction de l'O. à l'E. A mesure que celui-ci s'avance, il découvre des étages jurassiques plus récents, qui n'existaient point vers l'O. Le terrain néocomien commence à Bienne, à quelques lieues plus au N. de Neufchâtel ; mais l'on n'y trouve encore que le néocomien inférieur, ainsi qu'aux environs de cette dernière ville. Il faut s'avancer d'environ 11 lieues vers le S. pour rencontrer le

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

calcaire à *Chama ammonia*, qui commence près de l'extrémité méridionale du lac de Neufchâtel (1). Ces deux étages n'ont encore que peu de puissance ; mais celle-ci augmente à mesure qu'on s'approche de la Méditerranée. Enfin, dans la Provence, la formation néocomienne s'accroît d'un troisième étage superposé aux précédents, si, comme le pense M. d'Orbigny, la formation marno-calcaire qui contient les *Anglocéras*, les *Crioceras*, etc., appartient réellement au système du calcaire à *Chama* et à marnes grises, car, suivant plusieurs géologues, cette formation est la base du gault, et, suivant d'autres, elle est intermédiaire entre le gault et le néocomien.

2° INDÉPENDANCE DES TERRAINS JURASSIQUE ET NÉOCOMIEN.

Le rocher jaune à grains verts, qui le premier a reçu le nom de roche néocomienne, du nom de la ville où elle a été d'abord étudiée, passe par degrés insensibles au calcaire à *Chama* dans sa partie supérieure, et aux marnes à *Spatangus retusus* dans sa partie inférieure, de sorte qu'il est impossible de faire deux formations différentes du calcaire à *Chama* et des marnes grises. Est-ce à tort que l'on a séparé ce système de la grande formation jurassique ? M. Matheron le pense ; voici la principale preuve qu'il apporte à l'appui de son opinion.

Il énumère la série des roches jurassiques de la Provence. Il y trouve tous les étages inférieurs. Il place avec raison dans l'oxford-clay le calcaire marneux de la Provence, qui correspond à la formation marno-calcaire du Mont-du-Chat. *Tout* le calcaire blanc supérieur aux calcaires marneux est pour lui le coral-rag. Il ne lui manquerait donc, pour avoir la formation jurassique tout entière, que les marnes de Kimmeridge et les calcaires de Portland. Il trouve un moyen tout naturel de combler cette lacune en admettant que les premières sont représentées par les marnes grises, et le second par le calcaire à *Chama*.

Quant à la différence qui existe entre les fossiles des marnes grises et du calcaire à *Chama*, et ceux des roches inférieures, il la trouve moins tranchée qu'elle ne le paraît communément ; et d'ailleurs il admet que les mêmes fossiles peuvent se rencontrer dans des formations différentes, et des fossiles très différents dans

(1) Ces limites du terrain néocomien ont été déterminées par M. Favre et publiées dans ses *Considérations géologiques sur le mont Salève*.
(*Note de M. Chamousset.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des formations contemporaines. Tout cela s'explique, suivant lui, par les circonstances particulières et locales qui accompagnèrent le dépôt de chaque roche.

Quoique la différence qui existe entre les fossiles des roches précédentes soit très grande en réalité, qu'il n'y ait pas même un exemple de fossiles commun à ces terrains, et qu'ainsi il en résulte une objection formidable contre le système de M. Matheron, je ne m'y arrêterai point, et j'établirai l'indépendance des formations jurassique et néocomienne sur des preuves d'un autre ordre, que fournit la géognosie de la Savoie et des contrées voisines.

Le calcaire blanc, superposé aux roches oxfordiennes, n'a qu'un faible développement dans la Provence, et il contient trop peu de fossiles pour que l'on y puisse déterminer avec certitude quel est celui des étages jurassiques supérieurs qu'il représente. Ce même calcaire blanc acquiert en Savoie une plus grande puissance. Sa partie inférieure est assez bien caractérisée par ses nombreux polypiers et par ses nérinées pour qu'on puisse la regarder comme le correspondant du coral-rag des Anglais. Quant à la masse puissante de calcaire blanc, qui est supérieure aux couches à polypiers et à nérinées, elle contient très peu de fossiles, qui sont d'ailleurs dans un très mauvais état de conservation. Je n'oserai donc décider si ce calcaire n'est que la continuation du coral-rag, ou s'il tient la place des roches de Kimmeridge ou de Portland. Il n'en est pas ainsi dans une partie du Jura suisse. Là, au-dessus des roches coralliennes, sont d'autres roches renfermant la gryphée virgule et des fossiles caractéristiques des formations de Kimmeridge et de Portland. Ces roches, qui, dans le Jura suisse, constituent évidemment le jurassique supérieur et forment la dernière limite de cette formation, ne sauraient en aucune manière être confondues avec les marnes grises et le calcaire à *Chama*.

Si donc le calcaire blanc, supérieur aux marnes oxfordiennes en Provence et dans la Savoie, appartient *tout entier* au coral-rag, on devra seulement conclure que les terrains de Kimmeridge et de Portland n'ont aucun représentant dans ces deux contrées. Les roches appelées, dès le principe, roches néocomiennes n'en resteront pas moins légitimement séparées de la grande formation jurassique.

Voici une autre preuve de la plus grande force. Je vais établir que des révolutions immenses se sont opérées à la surface de notre sol entre le dépôt des roches jurassiques et celui des roches néocomiennes.

Le soulèvement des roches jurassiques paraît avoir eu lieu à

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

diverses époques. Le lias et l'oolite inférieure étaient déjà en dehors des eaux aux environs de Lyon, lorsque la mer jurassique couvrait tout l'espace qui sépare cette ville de la chaîne des Alpes et se répandait peut-être sur une grande partie de celle-ci, car, sans nier que le grand et peut-être le principal soulèvement de nos Alpes ait eu lieu après le dépôt de la molasse, il n'en est pas moins certain pour moi qu'elles établissaient déjà dans les époques géologiques les plus reculées une barrière immense entre la France et l'Italie. Un examen plus approfondi des roches alpines pourra seul déterminer avec précision quelles parties des Alpes formaient un écueil sous les eaux de la mer jurassique, et quelles parties étaient déjà élevées au-dessus de leur niveau.

Mais le grand et le principal soulèvement du Jura a eu lieu avant le dépôt des marnes grises. C'est dans la partie du département de l'Ain la plus rapprochée de la Savoie que le voyageur qui part de Lyon dans la direction des Alpes rencontre pour la première fois les roches néocomiennes, et encore elles n'occupent que le fond des vallées, et leurs couches y sont horizontales ou peu inclinées, tandis que les roches jurassiques y constituent toutes les hautes montagnes. Je citerai pour exemple l'humble colline néocomienne sur laquelle est bâti le château de Gramont. Près de là s'élève majestueusement, à une grande hauteur, le Colombier, montagne exclusivement jurassique, qui n'est que la limite méridionale du Jura proprement dit. Le phénomène est plus frappant encore dans la vallée comprise entre Seyssel et Bellegarde. Tout le fond de cette vallée est occupé par les roches néocomiennes, à peu près horizontales et recouvertes, tantôt par le grès vert, tantôt par la molasse ou des dépôts plus récents encore. En suivant le cours du Rhône, depuis Bellegarde jusqu'au Parc, on reconnaît bientôt que le fleuve s'est creusé lui-même un lit profond dans le calcaire à *Chama ammonia*. Dans toute cette longueur, les couches de ce calcaire ont conservé une horizontalité parfaite. Or, cette vallée, qui n'a éprouvé aucun soulèvement depuis le dépôt des roches néocomiennes, est terminée à l'O. par le Colombier, qui se prolonge depuis Culloz, parallèlement au cours du Rhône, et au N. par l'extrémité de la chaîne du Jura; et comme il n'y a sur ces montagnes élevées aucune trace de marnes grises ou de calcaire à *Chama*, il en faut conclure qu'elles étaient déjà soulevées et servaient de limite néocomienne. La grande et étonnante révolution qui a donné naissance aux montagnes élevées du Jura a donc précédé le dépôt des roches néocomiennes. La surface du sol a éprouvé alors des changements con-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sidérables; la mer a été resserrée entre des limites plus étroites, et elle a été habitée par des animaux jusque là inconnus. Les dépôts néocomiens formés depuis cette époque ne doivent donc point entrer dans le groupe jurassique; ils commencent un nouveau système, qui est celui du terrain crétacé, dont ils contiennent plusieurs fossiles.

L'horizontalité que les couches néocomiennes conservent depuis Bellegarde jusqu'au Parc est un fait digne d'être cité et très remarquable dans la Savoie, car, depuis le dépôt des couches néocomiennes, le sol de cette contrée a éprouvé des bouleversements immenses. C'est depuis lors qu'ont été soulevées presque toutes les montagnes de la Savoie comprises entre le Rhône et l'Isère, ou mieux entre le Rhône et une ligne peu éloignée de la chaîne principale des Alpes. Celle-ci était déja sortie des eaux de la mer, et aucun dépôt néocomien ne la recouvre, quoiqu'on ne puisse douter qu'elle n'ait participé plus ou moins au soulèvement des montagnes, soit néocomiennes, soit nummulitiques, de la Chartreuse, des Beauges, de Thones, du Faucigny et du Chablais.

Parmi les montagnes dont je viens de parler, ce sont les plus voisines du Rhône qui paraissent avoir été soulevées les premières, à quelques exceptions près, puisqu'elles ne contiennent point de dépôt nummulitique. Telle est la montagne qui commence à Seyssel et se prolonge jusqu'à Aix-les-Bains, celle qui s'étend depuis Yenne jusqu'au défilé de Chailles, celle qui court depuis Chanaz jusqu'aux Échelles, etc. Le massif de la Chartreuse, quoique plus rapproché des Alpes, ne contient pas non plus les roches à Nummulites.

Ici se présente un nouveau fait très singulier. Les montagnes les plus rapprochées de la chaîne des Alpes sont les plus élevées et paraissent avoir été soulevées les dernières. On trouve ordinairement à leur sommet, au-dessus du calcaire à *Chama*, la formation nummulitique. Je citerai seulement pour exemple, en Beauges, Margériac, le Colombier et le Charbon; et dans la vallée de Thones, la haute montagne de la Tournette. Mais dès qu'on arrive à une petite distance de la chaîne centrale, on ne retrouve plus ni les roches néocomiennes, ni les roches nummulitiques, ni même le jurassique supérieur, à moins qu'on ne suppose celui-ci représenté par quelques unes des roches métamorphiques.

Il résulte de ce qui précède que, lorsque les environs de Lyon, une grande partie du département de l'Ain et tout le Jura formaient un continent et des montagnes, la mer néocomienne couvrait une petite partie du département de l'Ain, celle qui est la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

plus rapprochée de la Savoie et presque toute cette dernière contrée, jusqu'à une faible distance de la chaîne centrale des Alpes. Quelques îles, néanmoins, s'étaient déjà formées dans l'intérieur de la Savoie. Telle était l'arête corallienne qui s'étend depuis la Dent-de-Nivolet jusqu'au-dessus de Claraford. Telle était encore la montagne exclusivement jurassique qui domine la rive droite de l'Isère, depuis Montmeillan jusqu'au-delà de Touniers. Tout le reste du massif qui comprend les Déserts et les Beauges est demeuré longtemps encore recouvert par les eaux dans lesquelles se déposèrent les roches néocomiennes et nummulitiques.

Mgr Billiet cite plusieurs localités de la Savoie dans lesquelles l'indépendance des terrains jurassique et néocomien lui semble évidente; M. de Verneuil appuie la même théorie, en disant qu'il y a une différence complète entre les fossiles jurassiques et les fossiles néocomiens; que ceux-ci sont, au contraire, analogues à ceux du grès vert, et qu'on trouve dans le grès vert plusieurs espèces néocomiennes.

Une vive discussion s'élève ensuite sur les conséquences à tirer des faits observés à Petit-Cœur. Les schistes à empreintes végétales paraissent à M. Michelin appartenir au terrain de transition. Ces schistes sont renfermés entre deux formations poudinguiformes et grésiformes qui ont l'aspect des roches les plus anciennes; ils sont d'ailleurs tout-à-fait semblables au terrain ardoisier d'Angers, qui fait partie du système silurien. La présence des bélemnites ne lui paraît pas un motif suffisant pour faire remonter dans le lias une roche qui a tous les caractères minéralogiques des terrains de transition, et qui renferme tous les fossiles végétaux de la flore houillère. Les bélemnites de Petit-Cœur sont indéterminées; il est permis de supposer qu'elles sont d'espèces différentes de celles qui existent dans le lias. Il en sera des bélemnites comme du cône, que pendant longtemps l'on a cru caractéristique des formations tertiaires, et que depuis l'on a découvert jusque dans le lias. La seule conséquence qu'on puisse tirer de la présence des bélemnites à Petit-Cœur, c'est que certaines espèces de ces fossiles ont existé, contrairement à l'opinion reçue pendant les époques géologiques les plus reculées.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Bourjot Saint-Hilaire est du même avis que M. Michelin : les roches de la Tarentaise lui semblent identiques, sous le rapport minéralogique, avec les roches de transition de la Bretagne; il avoue cependant que, dans cette dernière localité, il existe des productus et autres fossiles des époques anciennes, que l'on n'a jamais trouvés dans la Tarentaise.

M. Sismonda répond à M. Michelin qu'on ne doit pas donner trop d'importance aux caractères minéralogiques des roches. Il a vu des calcaires ardoisiers analogues à ceux de Petit-Cœur alterner avec le macigno, soit le crétacé supérieur. Il ajoute que ce n'est pas la présence des seules bélemnites qui l'a déterminé à rapporter au lias les schistes de Petit-Cœur. Les mêmes schistes contiennent aussi des ammonites au col de la Magdelaine; et si l'on examine cette même formation, en la suivant vers le midi, on finit par y trouver de nombreux fossiles tous caractéristiques du lias. D'ailleurs les schistes de Petit-Cœur diffèrent essentiellement des roches houillères du Var et des bords de la Méditerranée, soit sous le point de vue minéralogique, soit sous celui de leur position géognostique. Tels sont les motifs qui ont conduit M. Élie de Beaumont à regarder les schistes de Petit-Cœur comme les représentants du lias dans les Alpes.

Quelle que soit, continue M. Sismonda, l'opinion à laquelle on s'arrête, on ne peut éviter d'admettre ou la présence de végétaux houillers dans le lias, ou celle d'animaux jusqu'ici caractéristiques du lias dans une formation houillère. Il y a dans l'une et l'autre hypothèse une exception frappante aux lois ordinaires de la géologie. Il est surtout fort important que la Société ait constaté la coexistence des empreintes végétales et des bélemnites dans une même formation.

M. Chamousset, sans adopter définitivement aucune des deux opinions controversées, pense que les caractères minéralogiques des roches de la Tarentaise ne présentent pas une objection solide contre l'opinion de MM. Élie de Beaumont, Sismonda, etc. Les dépôts sédimentaires participent essentiellement à la nature des roches des débris desquelles

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ils sont composés ; les terrains de la Tarentaise doivent donc être surtout formés de fragments et de détritus des roches cristallines. Ils portent d'ailleurs en eux-mêmes des preuves manifestes de modifications importantes qu'ils ont subies depuis leur dépôt.

M. Michelin rappelle que, dans la réunion de la Société géologique à Grenoble, en 1840, on a reconnu à Lans, au Freney et dans plusieurs autres localités, une discordance entre les terrains anthraxifères et ceux qui renferment les bélemnites et les ammonites.

M. Sismonda lui répond que cette discordance se remarque aussi dans la Tarentaise, et qu'il existe dans les Alpes deux gisements d'anthracite, l'un inférieur et l'autre supérieur : celui de Petit-Cœur, par exemple, est inférieur à celui de Macot.

M. Michelin lui ayant demandé si ces deux formations renferment les mêmes végétaux, M. Sismonda lui répond qu'il n'a pas eu l'occasion d'observer les végétaux de la formation anthraxifère supérieure ; mais que la formation de Villette est certainement intermédiaire entre les deux terrains à anthracite.

M. le chanoine Landriot fait observer que, parmi les empreintes végétales présentées à la Société à Macot même, il a reconnu le *Sphenophyllum* si fréquent dans les terrains houillers d'Autun.

La séance est levée.

Le samedi, veille de la solennité scientifique, préparée en l'honneur de Berthollet, la Société part pour Rumilly et Saint-André, dans l'intention de se rendre le soir à Annecy. Elle est accueillie à son passage à Rumilly par M. le syndic de la ville.

La Société se dirige ensuite vers le pont Saint-André, et de là continue sa course jusqu'à la mine d'asphalte située près des rives du Fier, où M. Virlet rappelle aux membres présents qu'il a depuis 1834 (*Bulletin*, t. IV, p. 203) annoncé et démontré que la plupart des substances bitumineuses, telles que les asphaltes, les pétroles, etc., étaient éminemment plutoniques, et qu'elles sont venues postérieu-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rement pénétrer les roches qui les renferment. Il fait observer à ce sujet la disposition toute particulière de la roche asphaltique de la carrière même, où la richesse en bitume va toujours en augmentant vers la partie inférieure, et surtout vers le point de fracture par où il paraît s'être injecté dans le terrain.

M. Chamousset admet que le fait lui paraît, dans les circonstances présentes, favorable à cette opinion.

M. de Verneuil ajoute que les phénomènes d'éruptions boueuses, accompagnées de pétrole, qu'il a eu occasion d'observer en Crimée et à Bakou, lui font aussi partager depuis longtemps l'opinion que les bitumes sont d'origine plutonique.

La Société se rend ensuite, en suivant les rives du Fier jusqu'à Chavaroche, et reçoit dans la maison de M. Despine l'accueil le plus cordial. Elle y trouve préparé un dîner auquel avaient aussi été invités M. l'intendant de la province, le syndic de la ville d'Annecy, les membres du comité Berthollet, et plusieurs députés de Sociétés savantes, venus pour prendre part à la fête.

Avant de se séparer, M. le chevalier Despine prend la parole, et annonce à la Société qu'il est chargé par le corps des ingénieurs des mines piémontais de lui proposer de choisir le Piémont pour le lieu de sa prochaine réunion extraordinaire. Il l'assure que chacun de ses collègues en particulier ne serait pas moins heureux que lui de la recevoir, et ne mettrait pas moins d'empressement à la guider dans ses excursions et dans ses recherches.

M. Virlet d'Aoust répond au nom de la Société; il prie M. Despine de vouloir bien être son interprète auprès de ses collègues, et de les remercier de leur offre obligeante; mais le lieu des réunions extraordinaires devant être déterminé par la Société à Paris, les membres ici présents ne peuvent que se charger de lui transmettre une proposition qui se recommande par l'intérêt qu'offre l'étude géologique du Piémont et du versant méridional des Alpes, et que l'amicale et bienveillante réception dont la Société est partout

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'objet en Savoie ne peut que contribuer à lui faire accueillir avec empressement.

Arrivée à Annecy dans la nuit, la Société a assisté le lendemain à l'inauguration de la statue de Berthollet.

Au pied de la statue en bronze, due au beau talent de M. Marochetti, plusieurs discours ont été prononcés. M. Bourjot Saint-Hilaire avait été choisi par la Société géologique de France pour parler en son nom et payer son tribut d'hommages au chimiste d'Annecy, dont elle s'était empressée, elle aussi, de venir honorer la mémoire.

L'inauguration du monument a été suivie d'un pèlerinage à Thalloires, situé sur les bords du lac d'Annecy, au pied de la Tournette, où était né le 9 décembre 1748 Claude-Louis Berthollet.

On prit terre une seconde fois sur la rive opposée, et l'on s'arrêta quelques instants au château de Duing, situé dans une position charmante. On s'embarqua de nouveau, et l'on revint à Annecy.

Les détails de cette fête, une des plus brillantes et des mieux ordonnées, ont été décrits dans un compte-rendu imprimé à Annecy, dans lequel on a recueilli tous les discours prononcés pour l'inauguration du monument.

Séance du 25 août,

à 6 heures du soir, à Annecy, dans le palais épiscopal.

PRÉSIDENCE DE M. SISMONDA.

M. l'abbé Landriot commence le compte-rendu.

M. l'intendant-général, M. le syndic de la ville, et un grand nombre de personnes distinguées assistent à la séance.

M. Sismonda se rend aux instances de Mgr l'évêque d'Annecy et accepte le fauteuil de la présidence.

Le président proclame membre de la Société :

M. Borson (Jean-François), licencié en droit à Chambéry, présenté par MM. Sismonda et Chamousset.

M. l'avocat Chaumontal, président de la commission du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

monument Berthollet, fait don à chacun des membres de la Société d'une *Notice sur la vie et les ouvrages de C.-L. Berthollet*, par M. Jomard, membre de l'Institut de France.

M. le chanoine Chamousset donne le compte-rendu de la dernière séance. Sur l'invitation de Mgr l'évêque d'Annecy, il résume en peu de mots la course de Petit-Cœur en Tarentaise et les discussions importantes auxquelles elle a donné lieu. Il fait ensuite, à peu près en ces termes, l'exposé de la course du 24.

Une coupe (coupe 7) rappelle les principales observations que la Société a pu faire hier, malgré le mauvais temps. La montagne qui s'étend depuis Clermont jusqu'à Saint-Innocent, près d'Aix, est coupée à Saint-André par une fente verticale, et ouvre un passage au *Fier* qui va se jeter dans le Rhône, entre Moz et Seyssel. Cette gorge permet d'étudier la nature et la disposition arquée des couches qui forment la montagne.

Celle-ci présente une série de couches superposées en stratification concordante, et disposées en arcs de cercles verticaux, qui auraient pour corde commune une ligne horizontale menée au niveau du Fier. Les couches supérieures sont formées des étages néocomiens inférieurs au calcaire à *Chama ammonia;* les couches inférieures appartiennent au jurassique supérieur. Le calcaire à *Chama ammonia* s'appuie contre les deux revers E. et O. de la montagne. Mais ses couches, ayant refusé de se plier à l'époque du soulèvement, se sont brisées en leur milieu, et paraissent simplement appliquées à droite et à gauche de la montagne, comme des tangentes, contre les couches arquées des étages néocomiens inférieurs : aussi le calcaire à *Chama* manque au sommet de la montagne.

Au-dessous du pont Saint-André, le calcaire à *Chama ammonia* supporte immédiatement un grès friable siliceux à grains fins, semblable minéralogiquement au grès qui dans les Déserts est au sommet des roches à nummulites. Il est entièrement privé de fossiles; ce sable, blanc ou légèrement jaunâtre dans certaines couches, devient très jaune ou même rouge dans quelques autres, ce qu'il est facile d'ex-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pliquer par la présence et la décomposition d'une grande quantité de nodules pyriteux, ayant ordinairement la grosseur d'une noisette.

En s'éloignant du pont et en remontant le cours de l'eau, on voit ce grès recouvert par un conglomérat calcaire; puis viennent des marnes pures d'abord, ensuite micacées : c'est la formation de la molasse d'eau douce. Au milieu à peu près de ce système sont deux bancs minces de lignite, que le temps n'a pas permis à la Société de visiter, et qui sont très riches en hélices. Ici les coquilles sont bien conservées : seulement, elles sont aplaties par la pression, tandis que, près de la cascade de Couz, cette même formation ne contient guère que les moules de ces coquilles.

La molasse d'eau douce est immédiatement suivie d'un grès à gros grains, abondant en pectens et en dents de squales. Ce grès devient ensuite moins grossier et se change tantôt en marnes, tantôt en molasse proprement dite.

Cette formation tertiaire s'élève à une grande hauteur, soit à Clermont, soit à Moy; comme on n'en trouve aucune trace dans la gorge de Saint-André, on est en droit de conclure que celle-ci n'a été ouverte qu'après le dépôt tertiaire, peut-être à l'époque du dernier soulèvement de la montagne, qui a relevé les couches de la molasse appuyées contre sa base.

Les couches de cette formation tertiaire, fortement inclinées au pied de la montagne, deviennent horizontales à une petite distance, et conservent à peu près cette horizontalité dans une assez grande partie du bassin d'Annecy. Le sol a éprouvé en quelques endroits des mouvements légers, semblables à celui qui a mis à jour le calcaire asphaltique de Chavano.

Ici nous avons retrouvé le grès marin inférieur avec ses pectens et ses dents de squales, puis la formation d'eau douce, et enfin le calcaire à *Chama* imprégné de bitume-asphalte. Les deux revers de la roche bitumineuse ont présenté la même série. M. Despines, qui nous a conduits dans cette localité intéressante, nous a fait observer du lignite tout

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pétri d'hélices dont les coquilles sont aplaties, comme celles de Saint-André.

L'alluvion ancienne a ses couches toujours horizontales ; ses cailloux sont quelquefois unis par un ciment calcaire : elle s'étend sur tout le bassin d'Annecy et repose indifféremment sur les formations tertiaire et néocomienne.

Les eaux du Fier, ordinairement encaissées dans la molasse ou le grès, coulent, à Chavano, dans un lit qu'elles se sont formé dans le calcaire à *Chama ammonia*. Le lit profond et étroit, creusé à *Pont-Vert* dans ce calcaire, est un effet remarquable soit du frottement, soit du pouvoir dissolvant des eaux ; les bancs du calcaire sont percés de grandes ouvertures et présentent l'aspect le plus bizarre.

Le sol, actuellement si accidenté, qui sépare Rumilly et Saint-André d'Annecy, était uni à une certaine époque et ne formait qu'une plaine. Les irrégularités des terrains néocomiens et tertiaires avaient été comblées par l'alluvion ancienne. Celle-ci n'a cessé d'être attaquée et corrodée soit par les eaux pluviales, soit par celles du Fier. On distingue encore aisément les anciennes berges, formées dans l'alluvion ancienne, entre lesquelles coulait cette rivière, alors que son lit n'avait pas encore la profondeur actuelle. La facilité avec laquelle les eaux désagrègent l'alluvion ancienne et emportent ses débris explique pourquoi le lit du Fier était alors beaucoup plus large qu'il ne l'est aujourd'hui. Les eaux, à force de se creuser un lit plus profond, sont arrivées aux roches plus dures, telles que le grès et le calcaire à *Chama ammonia :* les berges se sont alors rapprochées, et la rivière a été resserrée dans des lits très étroits dont la profondeur augmente tous les jours.

Le même phénomène s'est produit sur une plus grande échelle dans la plaine qui s'étend depuis Bellegarde et Frangy jusqu'à Seyssel. Sans parler des nombreux petits ruisseaux qui travaillent à augmenter sans cesse les inégalités du sol, les Usses, d'une part, et le Rhône, de l'autre, se sont creusé des lits profonds : les Usses, dans l'alluvion ancienne et les formations tertiaires, le Rhône au travers des mêmes

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

roches, du grès vert et des calcaires néocomiens. Il est facile de reconnaître au-dessus de Bellegarde que le lit du Rhône était autrefois beaucoup plus élevé qu'il ne l'est aujourd'hui. La *perte* du *Rhône* n'existait pas encore : peu à peu les eaux du fleuve ont corrodé le grès vert; arrivées au bas de cette formation, elles ont troué le calcaire à *Chama*, qui ordinairement est rempli de fentes ou même de cavités plus ou moins grandes. Une partie des eaux s'y est engouffrée, et soit par le frottement, soit par leur puissance dissolvante, elles ont assez agrandi ces fentes intérieures, pour que le Rhône puisse s'y écouler tout entier, lorsque les eaux sont basses. Telle a été la cause de la *perte* du *Rhône*. Le voyageur qui suit les bords du fleuve, depuis Bellegarde jusqu'au Parc, est frappé d'étonnement en voyant le lit profond et étroit qu'il s'est creusé dans la roche néocomienne. Il distingue en même temps au-dessus de la roche calcaire les berges plus éloignées qui renfermaient ses eaux, alors qu'elles coulaient dans l'alluvion ancienne.

Le lit que le Rhône s'est formé depuis Yenne jusqu'à la Balme, au travers du calcaire blanc jurassique, n'est pas un effet moins surprenant. Quelle immense étendue de terrain ce fleuve ne devait-il pas couvrir, alors qu'au sortir de l'Ecluse il coulait à la hauteur de la Semine, et que les rochers qui séparent Yenne de la Balme n'étaient pas encore coupés et formaient un barrage élevé !

COMMUNICATIONS ET DISCUSSIONS.

M. Dupasquier, de Lyon, expose une théorie par laquelle il explique la formation des eaux minérales. Celles-ci peuvent être thermales ou froides : dans le premier cas, elles tiennent leur température, plus ou moins élevée, de la température des couches profondes que ces eaux ont traversées avant d'arriver à la surface du sol. Dans tous les cas, leurs propriétés minérales proviennent d'une tout autre cause. Les principales substances dissoutes dans ces eaux sont l'acide sulfhydrique, des sulfures, des iodures, des bromures, et la glaisine, matière azotée. Or, tous ces corps sont dus aux

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

réactions chimiques qui s'opèrent dans les roches traversées par les eaux, et que celles-ci entraînent avec elles. Les eaux sulfureuses, par exemple, sont en général le résultat de la décomposition qu'éprouvent les sulfates de chaux et de magnésie, lorsqu'ils viennent en contact avec du carbone ou avec des substances bitumineuses. L'acide du sulfate perd de son oxigène, et il se produit de l'acide carbonique, de l'acide sulfureux et de l'acide sulfhydrique.

C'est en visitant les galeries des salines de Gex que M. Dupasquier a surpris le secret de la nature et a deviné ses opérations mystérieuses. Il a observé, dans cette localité, que les eaux qui ont traversé le sulfate de chaux deviennent ensuite sulfureuses, lorsqu'elles viennent à traverser les calcaires bitumineux; qu'au contraire, elles ne contiennent pas un atome d'acide sulfhydrique, lorsqu'elles ne rencontrent sur leur route aucune roche carbonifère.

Les iodures et les bromures sont tout formés dans les roches dans lesquelles les eaux ont leur passage. La glaisine provient de l'altération des substances organiques que le sol renferme. Elle est soluble dans les sulfures alcalins, qui l'emportent avec eux; arrivés au contact de l'air, les sulfures se décomposent, et la glaisine qu'ils tenaient dissoute se précipite à son tour et se décompose aussi.

Les pyrites ne produisent jamais des eaux sulfureuses par leur décomposition, mais bien des eaux ferrugineuses : telle est l'eau de Charbonnières près de Lyon.

Mgr Rendu ayant demandé au savant chimiste si la seule présence des principes dont il vient de parler suffit pour déterminer leurs combinaisons et produire des eaux minérales, il répond affirmativement et dit qu'il l'a observé souvent.

M. Chamousset mentionne quelques faits qui sont favorables à la théorie de M. Dupasquier. Les eaux de Challes, les plus sulfureuses des eaux connues, sortent d'une roche bitumineuse, qui donne une forte odeur de pétrole sous le choc du marteau. Les eaux d'Aix-les-Bains ont, il est vrai, leur source dans un calcaire blanc et pur; mais il est à croire qu'avant d'arriver à la surface du sol elles ont traversé la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

même roche bitumineuse. Cela arriverait infailliblement, si les eaux d'Aix provenaient des eaux pluviales qui tombent sur la montagne de Nivolet et des Déserts (1).

MM. Sismonda et Despine citent des eaux sulfureuses qui sortent du granite à Modène; il n'y a dans le voisinage aucune roche calcaire ou bitumineuse.

M. Dupasquier leur répond que dans les Pyrénées aussi les eaux sulfureuses ont leur source dans les terrains primitifs; mais, dit-il, ces eaux sortent toujours au pied des montagnes; quelle que soit la roche par laquelle l'eau arrive à la surface du sol, il est possible qu'elle ait traversé des terrains bitumineux avant de pénétrer dans les fentes des roches inférieures, granitiques ou autres.

M. Sismonda insiste et dit que les roches bitumineuses

---

(1) La température moyenne des eaux d'Aix est, suivant M. Bonjean, d'environ 44° centigrades; c'est 33° de plus que la température moyenne de l'air. Si l'on suppose que la température du sol augmente de 1° par 30 mètres de profondeur, il faudrait descendre à environ 33 fois 30 mètres, soit 1,000 mètres environ, pour trouver une température de 44°.

Or, la hauteur de Nivolet au-dessus d'Aix est d'environ 1,280 mètres; celle du large plateau qui est au sommet des Déserts est d'environ 1,000 mètres. Si l'on croyait pouvoir appliquer la loi précédente à la montagne de Nivolet, celle-ci aurait à sa base, dans son intérieur, une température à peu près égale à celle des eaux d'Aix. Celles-ci pourraient donc n'être autre chose que les eaux pluviales, qui auraient pénétré d'abord dans l'intérieur de la montagne du Nivolet, jusqu'à sa base, et viendraient ensuite sortir à Aix-les-Bains. Dans ce cas, les eaux d'Aix traverseraient évidemment les couches bitumineuses de l'oxford-clay. Si l'on craint que la loi de l'accroissement de 1° de température par 30 mètres de profondeur n'ait pas lieu pour une montagne, il sera nécessaire d'admettre que les eaux d'Aix viennent de l'intérieur de la terre, d'une profondeur de 1000 mètres environ. Ces eaux sortent dans le néocomien supérieur. Or, si l'on faisait un puits vertical traversant les roches néocomiennes et jurassiques, on rencontrerait les roches bitumineuses de l'oxford-clay à moins de 1,000 mètres. Donc, dans toute hypothèse, les eaux d'Aix ont traversé ces couches.

La source de Challes est une petite source, qui ne peut venir d'une grande profondeur; voilà pourquoi elle n'est pas thermale. Les couches bitumineuses sont à la surface du sol et de la petite montagne voisine.

(*Note de M. Chamousset.*)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

manquent absolument de l'autre côté des Alpes; qu'il y a cependant plusieurs sources sulfureuses.

M. Dupasquier n'a pas vu les localités citées par M. Sismonda; mais il ne désespère pas qu'un examen plus attentif des roches ne fournisse la solution des difficultés qui lui sont proposées.

A cette occasion, M. Despine rappelle qu'à Cormayeur il existe des sulfates de chaux et des schistes qui sont peut-être bitumineux. Du reste, dit M. Dupasquier, les eaux de Cormayeur sont très peu sulfureuses.

M. Virlet réplique d'abord à M. Dupasquier que les eaux des houillères, en général, et en particulier celles de St-Étienne et de Rive-de-Gier, bien que ferrugineuses, sont en même temps tellement corrosives, qu'elles obligent à de fréquentes réparations dans les générateurs à vapeur, où on est obligé de faire usage de l'eau des puits; ce qui annonce qu'elles contiennent souvent une assez forte proportion d'acide sulfurique, et il lui demande pourquoi les pyrites ne pourraient pas rendre les eaux sulfureuses. Le fer sulfuré passe fréquemment, soit en Savoie, soit ailleurs, à l'état de fer hydraté; que devient donc l'acide sulfurique produit par cette réaction ?

M. Dupasquier lui répond que, si la décomposition des pyrites se fait lentement, le soufre peut ne pas devenir acide sulfurique; il se sépare simplement du fer qui s'oxide; que si la décomposition est rapide, il ne se produit que de l'acide sulfurique, et jamais de l'acide sulfhydrique.

M. Bonjean appuie ici les idées de M. Virlet sur la formation des sources par la décomposition des pyrites.

M. Chamousset ajoute à son tour qu'il a visité, entre les Déserts et Thoins, une petite grotte contenant beaucoup de sulfate de fer soit en cristaux, soit dissous dans une eau très acide : ce sulfate de fer est le produit de la décomposition des pyrites; il n'y a pas un atome d'acide sulfhydrique. Le lignite qui se trouve en couches minces ou seulement en lambeaux disséminés dans la molasse marine est souvent pénétré de fer sulfuré dans tout son intérieur. Le fer sulfuré se décompose à l'air et se change en sulfate de fer, qui

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

fait effleurir et réduit le lignite en poussière. Les eaux qui traversent ces lignites ne sont point sulfureuses.

M. le chevalier Despine présente à la Société, de la part de M. Lortet, président de la *Commission hydraulique* de Lyon, un projet d'observations hydrométriques pour le bassin du Rhône, analogue à celui que cette commission a établi depuis quelque temps dans le bassin de la Saône. Les observations qui se font régulièrement sur les bords de la Saône et de ses affluents ont produit d'heureux résultats, et déjà il est possible de prédire, quelques jours à l'avance, les inondations de cette rivière, ainsi que l'accroissement ou la diminution de la hauteur des eaux. Il serait du plus haut intérêt pour la météorologie de nos cantons, aussi bien que pour la ville de Lyon, qu'on pût établir pour le Rhône un semblable système d'observations. M. Lortet, dans une carte envoyée à M. Despine, pour être offerte à la Société, indique tous les points où il croit convenable d'observer le pluviomètre. M. Despine émet le vœu que ces observations soient établies dans toute la Savoie, et qu'on donne à ce projet un développement plus grand que celui qui a été proposé par M. Lortet.

Suivant M. Despine, il conviendrait de placer un *nilomètre* à l'extrémité inférieure de chaque bassin, et un pluviomètre partout où il y a des vallées et des rivières, toutes les fois au moins qu'on y trouverait de bons observateurs. Voici la distribution des instruments qui paraît, à M. Despine, être la plus avantageuse.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

NOMS DES BASSINS.	PLUVIOMÈTRE.	NILOMÈTRE.
Vallée de l'Arve.	Chamounix. Melan. Bonneville.	
Bassin des Usses.	Frangy. Seyssel.	Seyssel.
Bassin du Fier.	Annecy. Rumillly. Saint-André.	Saint-André.
Vallée de l'Isère. Arly, Isère, Arc.	Petit-Saint-Bernard. Albert-Ville. Mont-Cenis. St-Jean-de-Maurienne. Montmeillan.	Montmeillan.
Bassin de Chambéry.	Chambéry.	Chanaz.
Bassin du Ghuier.	Pont-de-Beauvoisin.	

Des observations analogues, dit M. Despine, vont être entreprises en Piémont, pour le Pò.

La Société applaudit aux vues de M. Despine.

M. Virlet offre une suite de beaux échantillons de calcaires, à l'appui de sa théorie des filons, sur laquelle il donne de nouveaux développements. Il rappelle la question des veines spathiques qui partagent en rhombes les calcaires de Grézi, et une nouvelle discussion s'engage à ce sujet entre lui et M. Chamousset.

M. Virlet d'Aoust donne les détails suivants *sur la mine de plomb sulfuré argentifère de Macot, en Tarentaise.*

Il explique d'abord qu'un *filon-couche* n'étant qu'un filon ordinaire qui se trouve, par suite de circonstances géologiques par-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ticulières, intercalé entre deux couches, parallèlement au plan de stratification du terrain, c'est à tort qu'on a regardé jusqu'ici le gisement de Macot comme appartenant à cette classe de filons. C'est une véritable couche, mais une couche de grès talqueux métamorphique, quelquefois bréchoïde et poudinguiforme, où, postérieurement à sa formation, le plomb est venu pénétrer, par sublimation ou injection, ce qui explique très bien l'inégalité de richesse du minerai dans ses différentes parties.

Les ouvriers, qui ne laissent pas que d'être souvent très observateurs à leur manière, ont fait, eux aussi, des remarques tout-à-fait conformes à ce genre de formation. C'est ainsi qu'ils disent, dans leur langage aussi simple qu'expressif, que, *quand on trouve les veines de marbre* (filons de quarz blanc), *c'est la preuve de la mine*, c'est-à-dire que le minerai est plus riche, et l'on comprend qu'il doit en être presque toujours ainsi dans le voisinage des filons générateurs. Au contraire, *quand on trouve la pierre douce, noire* (schiste talqueux compacte, qui forme le toit et le mur de la couche), *la mine se perd, et quand on trouve cette pierre au milieu*, c'est-à-dire qu'il y a faille, *la mine se présente comme des sacs; elle fait des tourbillons comme la montagne*. En effet, au voisinage des failles ou glissements, le minerai est souvent brouillé, interrompu ou détaché par poches, et à l'approche du schiste talqueux, ou à mesure que la matière talqueuse augmente, le plomb diminue. On conçoit qu'il n'a pu pénétrer aussi facilement à travers une masse compacte qu'à travers un grès, roche à texture toujours plus ou moins lâche.

Ce gisement est parfaitement analogue à un autre, qui existe dans les Cévennes, et que M. Virlet venait précisément de visiter. Celui-ci est situé à Carnoulez, commune de Saint Sébastien, entre Alais et Anduze (Gard). Le plomb y est en quelque sorte venu former la gangue ou la partie agglomérante d'une couche de grès à gros grains, qui lui a paru appartenir à la formation houillère et être identique au grès altéré qu'on observe à Saint-Jean-du-Pin, non loin de là. A Carnoulez, ce grès est souvent tellement pénétré de galène, qu'il fournit un minerai assez riche, lequel donne lieu, depuis peu, à une exploitation à ciel ouvert. Du reste, il paraîtrait avoir déjà été autrefois exploité par les Romains.

Voici, d'après les notes communiquées par M. Replat à M. Virlet, quels ont été, en 1843, les produits de l'usine d'Albertville, qui traite à la fois les minerais des mines de Macot et de Pesey:

3,000 quintaux métriques de plomb en saumons ont été livrés au commerce;

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

741 kilogrammes d'argent, au titre toléré en Sardaigne, de 993 millièmes, cotés à 219 fr. 50, ont été envoyés à la Monnaie de Turin.

D'après les essais, 40 kilog. d'argent seulement (environ un vingtième) seraient restés dans les litharges, dans les crasses et dans les laitiers.

A l'occasion de cette communication, M. Virlet met sous les yeux de la Société des échantillons de fer oligiste qu'il a choisis parmi ceux qui ont été si généreusement offerts aux membres par M. Replat. Ces échantillons proviennent de la mine de la Perrière, près de la Rochette, commune d'Arvillard (Savoie propre). Ils lui offrent le plus grand intérêt, en ce qu'ils montrent non seulement que le fer a surgi de l'intérieur en même temps que les filons de quarz auxquels il est associé, mais encore qu'il a pénétré, comme le plomb à Macot, dans les roches encaissantes, et l'un de ces échantillons, outre la schistosité, laisse encore apercevoir les feuillets de la roche et montre sur la tranche de petites zones plus épaisses de fer oligiste lamelleux pur, qui indiquent le degré d'exfoliation plus ou moins prononcé qu'ont éprouvé les feuillets du schiste par suite de l'action de la chaleur développée par le filon (1). La tendance qu'ont les schistes à s'exfolier par la chaleur démontre bien comment certaines substances plutoniques ont pu s'injecter à de très grandes distances à travers les feuillets des roches et changer en quelque sorte leur nature originelle. Ce mode de pénétration, sur lequel l'inspection seule des échantillons d'Arvillard ne laisse aucun doute à M. Virlet, n'est d'ailleurs, pour lui, que la confirmation de beaucoup d'autres faits analogues qu'il a eu occasion d'observer et de constater, notamment ceux qu'il a décrits depuis 1833 dans la *Géologie de Morée* (p. 94 et 95), et qui consistent en des bancs de quarzites et de schistes argileux de la chaîne du Taygète, pénétrés de telle sorte par du fer oligiste écailleux, que si on ne pouvait voir les filons générateurs, qui existent souvent à de très grandes distances, on serait tenté de considérer ce fer comme l'un des éléments primitifs de ces roches.

M. Coquand cite, dans son *Cours de géologie*, p. 42, des schistes micacés, qu'il a observés sur le flanc méridional des montagnes des Maures, près de la Garde-Freinet, où le fer oligiste est venu remplacer le mica; il y forme une roche analogue à l'*Itabérite* du

(1) M. Fournet a confirmé, par des expériences inédites qu'il m'a communiquées, cette tendance de certains schistes à l'exfoliation, par l'action de la chaleur.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Brésil, ou à l'*Eisenglimmer-Schafer* des Allemands. M. de Verneuil lui a donné communication de faits analogues, qu'il a eu occasion d'observer dans les mines de fer magnétique de Blagodat et de Nijni-Tagilsk, dans l'Oural.

Enfin, M. Virlet ajoute qu'il ne doute nullement que la plupart des substances métalliques qui se trouvent disséminées dans les roches stratifiées n'y aient été introduites postérieurement à leur formation. Il a eu occasion, par exemple, de voir à Paris des échantillons du fameux quarz élastique, fibreux, aurifère du Brésil, que MM. Eschwège et de Humboldt ont décrit sous le nom d'*Itacolumite*; ils lui ont présenté les caractères les plus évidents de métamorphisme, caractères qui sont très probablement dus aux circonstances qui ont déterminé l'introduction de l'or et du fer oligiste dans ses feuillets. Le *Sidérocriste* de M. Eschwège n'est très vraisemblablement aussi qu'un minerai de fer oligiste écailleux de pénétration, comme celui d'Arvillard et du Taygète.

On voit par toutes ces circonstances, dit en terminant M. Virlet, combien il est important que l'ingénieur chargé de l'exploitation des filons métallifères soit en état de se rendre bien compte de toutes les anomalies qu'ils semblent parfois présenter, afin de pouvoir diriger ses travaux en conséquence, car il arrive quelquefois que, dans de certaines conditions, les substances métalliques ont abandonné complétement les filons pour pénétrer dans les roches encaissantes. On serait donc exposé à bien des mécomptes, si l'on s'attachait, comme on ne l'a malheureusement fait que trop souvent, à poursuivre aveuglément un filon qui, de riche qu'il était, peut s'appauvrir tout-à-coup et devenir en quelque sorte stérile, par suite de la pénétration latérale des substances métalliques qu'il renfermait.

L'heure avancée oblige M. le président à lever la séance.

Séance de clôture, 27 *août*,

à 3 heures après midi, à Chambéry, dans la bibliothèque de la ville.

PRÉSIDENCE DE MGR RENDU.

M. le Président proclame membres de la Société :

M. le chevalier Mathieu Bonafous, directeur du Jardin botanique de la Société royale agraire de Turin, présenté par MM. Sismonda et Despine;

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Croset-Mouchet, chanoine et promoteur à Annecy, présenté par MM. Sismonda et Virlet.

Alphonse Dupasquier, docteur-médecin, professeur de chimie à l'école de médecine de Lyon et à celle de la Martinières, doyen du jury médical du département du Rhône, à Lyon, présenté par MM. Viquesnel et Sismonda.

Le 26, les membres de la Société s'étaient partagés en plusieurs sections et étaient revenus à Chambéry par des routes différentes, afin de multiplier les points d'observations. M. Chamousset rend ainsi compte de l'excursion qu'il a faite à Entrevernes et dans les Beauges, dans la compagnie de MM. Sismonda, de Verneuil et Viquesnel.

« Nous nous sommes hâtés d'arriver à Dhuing, sans nous arrêter à l'examen des roches néocomiennes qui se prolongent depuis Annecy jusqu'à ce village, et nous nous sommes engagés dans la vallée qui monte à Entrevernes. Nous avons bientôt reconnu que les deux roches entre lesquelles cette vallée est encaissée sont formées par le calcaire blanc à *Chama ammonia*, et que le fond de la vallée est occupé par les roches à Nummulites et par le flysch.

Cette formation présente ici à peu près les même roches que dans les Déserts. Dans le bas, un grès grossier et un poudingue calcaire, riche en Nummulites, les unes plus petites ayant la dimension d'une lentille, les autres arrivant à la grandeur d'une pièce de vingt et même de trente sous; au-dessus, des calcaires remplis de *Pectens* et des grès à grains plus fins; plus haut encore, une grande assise de marnes plus ou moins micacées. Celle-ci présente à l'observation un escarpement très élevé, dans le voisinage d'un moulin, que l'on rencontre quelque temps avant d'arriver à Entrevernes. Les grès inférieurs sont quelquefois tellement pénétrés de grains verts, qu'on les prendrait volontiers pour une molasse verdâtre.

Le Lignite est exploité sur plusieurs points, un peu plus haut que le village d'Entrevernes. L'ouvrier qui surveille les travaux d'exploitation dans les galeries de MM. Frère-Jean avait été prévenu de notre arrivée par les soins obligeants de M. Replat; il nous a présenté de gros

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

blocs de marne remplie de coquilles, qu'il avait choisis dans les marnes voisines du Lignite. Les cérithes, que nous avions déjà observées aux Déserts dans les roches à Nummulites, sont ici très abondantes dans ces marnes, qui ne sont autre chose que le *flysch*. M. de Verneuil y a fait observer des *bulles*.

Le Lignite d'Entrevernes (pl. XI, fig. 8) est disposé en couches presque verticales; au-dessous de lui sont les marnes coquillières ou le *flysch*, et au-dessus est un grès blanc ou jaune sur lequel repose le calcaire blanc à *Chama Ammonia* B. L'ordre des roches est donc ici renversé. De l'autre côté les marnes reposent sur le grès et celui-ci sur le calcaire A à *Chama Ammonia*, suivant l'ordre naturel des roches. Nous avons vu ici un des nombreux bouleversements qui ont changé la face de la Savoie à diverses époques. Ce désordre apparent dans la succession des couches se confirme de l'autre côté du calcaire B, contre lequel s'appuient les roches du néocomien inférieur. Celles-ci, en se dégageant, ont donné naissance aux riches prairies du Charbon. Le calcaire à *Chama* C, qui forme la haute montagne du Charbon, est à couches presque verticales, ou plutôt légèrement renversées, et paraît s'appuyer sur les couches N des grès à Nummulites et du *flysch*.

Il est évident que ces anomalies disparaîtraient, et qu'on rétablirait les couches dans l'ordre où elles ont été déposées, en faisant retomber à l'ouest la roche A, et en rapprochant l'une de l'autre les deux extrémités B et C des roches qui forment la vallée du Charbon. Il nous a paru certain à tous, au moins pour la vallée d'Entrevernes, que nous avons seule visitée hier, que le calcaire B avait été soulevé et renversé par un mouvement dirigé de l'E. à l'O., et qu'il doit exister une faille au milieu de la vallée. On ne peut douter non plus que les marnes à *Spatangus retusus*, et les autres couches du terrain néocomien inférieur N-I, soulevées de bas en haut par une force immense, n'aient rejeté à l'est et à l'ouest les couches B et C du calcaire à *Chama ammonia*, qui leur était superposé dans le principe. »

M. Chamousset met en ce moment sous les yeux de la So-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

cié deux planches, renfermant des coupes prises dans le canton de Glaris, et que M. Escher de la Linth avait eu l'obligeance de lui communiquer : ces coupes présentent plusieurs renversements, et superpositions anormales de roches, au moins aussi compliqués que ceux d'Entrevernes et du Charbon, et qui jettent des difficultés dans l'étude de la succession naturelle des formations. Celui qui n'aurait visité que le gîte des Lignites d'Entrevernes aurait cru que les marnes du *flysch* sont inférieures au grès à Nummulites, et même au calcaire à *Chama ammonia*. M. Chamousset pense que c'est là une des principales causes qui ont induit en erreur quelques géologues sur les rapports de position des grès et du *flysch*. Il faut avoir examiné un pays de montagnes dans toutes ses parties pour se mettre à l'abri des erreurs auxquelles est exposé celui qui n'en a observé que quelques points isolés. M. Chamousset continue l'exposé de la course du 26.

« Arrivés au sommet du col d'Entrevernes, il nous a été facile de nous assurer, par la seule direction des chaînes calcaires à *Chama ammonia*, et par un coup d'œil général sur l'ensemble du pays, que les formations d'Entrevernes, observées par nous depuis les bords du lac d'Annecy, sont les mêmes qui se continuent au-dessus de Bellecombe, jusque près du Chatelard, et au-delà de la vallée principale des Beauges, sur le sommet du Colombier.

« Près des galeries de recherches établies depuis quelque temps à Bellecombe, et au contact même du Lignite, est une roche extrêmement curieuse ; elle est composée de nodules arrondis, dont le diamètre varie depuis un centimètre à plusieurs décimètres. Ces nodules sont de vraies oolites formées de couches concentriques d'un calcaire marneux ayant des nuances différentes.

« En descendant à Bellecombe, nous avons reconnu, près du village du Mont, les marnes à *Spatangus retusus*, et autres roches du terrain néocomien inférieur, qui plongent sous le calcaire à *Chama ammonia* A.

Non loin de là, en nous approchant de Bellecombe, nous avons traversé un dépôt puissant d'un grès qui ne nous a

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

point présenté de fossiles, et qui paraît être de la molasse. Ce même grès occupe tout le bas de la vallée principale des Beauges, depuis le Chatelard jusqu'à une petite distance du pont de Banges. Il se montre aussi à l'extrémité inférieure des deux ruisseaux qui descendent, l'un d'Etillon, l'autre de Plain-Palais, et versent leurs eaux dans le Cheran. Ce qui est fort curieux, c'est qu'on ne trouve aucun lambeau de ce grès dans le détroit de Banges, qui par conséquent n'existait pas encore à l'époque du dépôt de la molasse.

C'est près du village du *Mont*, au-dessus de Bellecombe, que nous avons trouvé les premiers blocs erratiques, d'abord très rares et disséminés sur le sol néocomien et la molasse. Bientôt après, ils deviennent très nombreux et font partie d'un immense dépôt qui couvre tout le plateau de Bellecombe.

Vers le bas de cette commune, immédiatement après avoir traversé le pont d'Entrèves, nous avons examiné un lambeau de grès vert, qui a les mêmes caractères minéralogiques que celui de la perte du Rhône, contient les mêmes fossiles que lui et avec la même abondance. On est surpris de rencontrer dans cette localité ce dépôt isolé, n'ayant qu'une très petite étendue, et situé à une grande distance de tout autre dépôt semblable; je n'en connais point qui soit plus rapproché que celui de Bellegarde. Je n'en ai point observé ailleurs dans les montagnes des Beauges. Le grès vert des vallées de Thones n'a plus le même aspect minéralogique; il est noir quoique parsemé de grains verts, et ne ressemble à celui du pont d'Entrèves que par ses fossiles. Ne serions-nous pas en droit de conclure que le grès vert du pont d'Entrèves n'est qu'un reste d'une grande formation qui se rattachait à celle de Bellegarde; et que les grès verts ont presque partout été détruits et ont fourni la plupart des matériaux des roches plus récentes, suivant l'opinion qu'en a émise M. Favre dans la course du Mont-du-Chat?

Le grès vert du pont d'Entrèves est posé sur un calcaire blanc, à petites *Chama*, et celui-ci sur un calcaire jaune et friable à *Spatangus*. Ces deux roches n'ont l'une et l'autre qu'une faible épaisseur. Le calcaire jaune repose lui-même

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sur le calcaire à *Chama ammonia;* celui-ci forme l'escarpement de la montagne qui domine le Cheran, au-dessus du pont de Banges.

Un petit sentier nous a conduits d'abord au sommet de cet escarpement et nous a fait descendre ensuite sur les bords du Cheran. Nous avons passé très près de la célèbre grotte de Banges, et nous nous sommes assurés qu'elle est creusée dans le calcaire à *Chama ammonia.* Nous avons reconnu, au-dessous de la grotte, les masses à *Spatangus retusus*, et le néocomien inférieur qui arrive jusque sur les bords du Cheran.

Le rocher qui supporte le pont de Banges est le terrain jurassique supérieur de nos contrées. Depuis ce pont jusque près de Cusi, la route et le Cheran demeurent constamment dans les rochers jurassiques; comme celles-ci se relèvent vers l'ouest, nous avons passé constamment, en allant à Cusi, des couches les plus récentes aux couches les plus anciennes.

Au sortir du détroit de Banges, on retrouve la molasse qui occupe presque tout le fond de la vallée comprise entre la montagne de Séménoz et celle de Cessent, et qui, en plusieurs points, est couverte par d'immenses dépôts erratiques.

Entre Cusi et St-Offenge, nous avons visité les blocs calcaires qui couvrent une vaste plaine, et dont M. Guyot a entretenu la Société dans une de ses premières séances. Nous n'avons pas cru devoir adopter sur ce point l'opinion de ce savant, qui les regarde comme la moraine terminale d'un glacier qui serait descendu des Beauges par le détroit de Banges.

Enfin, nous sommes revenus à Aix-les-Bains par la nouvelle route de Grézi (pl. XI, fig. 9), une des plus intéressantes que le géologue puisse parcourir. Elle coupe pendant longtemps les couches de la molasse marine, qui s'est inclinée d'environ 45° vers l'ouest; elle permet d'apprécier la puissance de cette formation, et d'examiner toutes les variétés de roches qui la composent. Ici, comme dans toutes les localités que nous avons déjà eu l'occasion d'observer,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les couches inférieures de la formation miocène marine sont un grès grossier, riche en pectens et en dents de squales.

Un peu avant de passer sous la tour de Grézi, la route sort du grès marin et entre dans la formation d'eau douce sur laquelle il repose en stratification concordante. Celle-ci est composée principalement de marnes bleues ou bigarrées, renfermant de petits dépôts de sulfate de chaux. Elle est séparée à peu près à son milieu en deux parties par des bancs de calcaire grisâtre et grossier, le même que nous avions étudié à la cascade de Couz et renfermant, comme lui, les moules de plusieurs variétés d'hélices. Cette partie moyenne de la formation lacustre, plus dure que les marnes dans lesquelles elle est intercalée, a mieux résisté aux agents extérieurs, et forme le monticule sur lequel la tour de Grézi a été élevée.

J'ai mesuré, il y a plusieurs années, l'étendue horizontale occupée à Grézi par la formation d'eau douce; il était facile d'en conclure la puissance qu'elle a dans cette localité. Soit A B (fig. 9) la partie de la vallée occupée par cette formation, sa puissance sera mesurée par la proportion B C, les couches étant inclinées de 44°, le triangle A B C est sensiblement isocèle, et donne $BC = \frac{BA}{\sqrt{2}}$. J'en avais conclu que la puissance du terrain tertiaire inférieur d'eau douce est à Grézi d'environ 400 mètres. Je rappelle ici ce résultat, que j'avais déjà communiqué à la Société, parce que dans le compte-rendu de la réunion d'Aix en Provence, on a, par une erreur d'impression, remplacé le nombre 400, que j'avais donné, par celui de 1000.

La formation d'eau douce repose elle-même sur les premières roches néocomiennes, dans lesquelles est creusé le lit du ruisseau qui forme la cascade de Couz.

Le reste de la coupe (fig. 9) fait voir comment le calcaire à *Chama ammonia* se retire pour former le revers est de la montagne de St-Innocent, se brise vers le haut et laisse arriver au jour d'abord le néocomien inférieur, puis les roches jurassiques qui apparaissent au sommet de la mon-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tagne. Le revers ouest de celle-ci est plus rapide; les couches, presque verticales, plongent à l'ouest; on retrouve, en descendant vers le lac, d'abord le néocomien inférieur, plus bas le calcaire à *Chama*, et quelques lambeaux de molasse qui plongent sous les eaux du lac. Les mêmes couches se relèvent en sens contraire de l'autre côté du lac, pour former la montagne de Haute-Combe, que la Société a visitée (voy. fig. 10).

M. Virlet d'Aoust résume les observations qu'il a recueillies de son côté, dans une excursion à la grotte de Banges, faite dans la compagnie de M. le chanoine Croset-Mouchet et de quelques autres ecclésiastiques.

Il a exploité sur la route les localités de Chaux-de-Viuz-la-Chaize et de Gruffi. Il a remarqué une série de collines *morainiques* qui couvrent la vallée : ce sont des amas de terre, de galets calcaires striés, de cailloux et de sables alpins de toute espèce, mélangés et confondus ensemble et analogues à ceux que la Société avait examinés dans les environs de Chambéry. Il y a trouvé, en particulier, les mêmes poudingues de Valorsine déjà signalés par lui à Chavaroche.

Mgr. Rendu fait observer que, d'après les recherches de M. Guyot, les roches de Valorsine ne sont point parvenues aux environs d'Annecy; que les cailloux mentionnés par M. Virlet viennent probablement de la Tarentaise par la vallée d'Ugine et de Faverge. Il reconnaît, du reste, avec M. Sismonda, que les poudingues de Valorsine se continuent dans la Tarentaise et la Maurienne, qu'il est reçu en géologie de les désigner sous le même nom de poudingues de Valorsine, et qu'ainsi son observation n'accuse point d'inexactitude l'expression dont M. Virlet s'est servi.

M. Virlet continue son exposé. Il est descendu dans le lit du Cheran, près de Cusi; il y a vu les couches de la molasse fortement relevées et recouvertes par l'alluvion ancienne. D'après les renseignements qu'il a reçus, le Cheran ne commence à être aurifère qu'au sortir du détroit de Banges, ou lorsqu'il sort des roches calcaires pour entrer dans la molasse. C'est donc ou à la molasse, ou à l'alluvion ancienne que le Cheran prend les paillettes d'or qu'il roule dans ses

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

eaux. M. Virlet pense qu'il provient des alluvions; la molasse ne lui paraît pas une roche assez friable pour fournir tout l'or que les orpailleurs retirent annuellement du Cheran.

Mgr. Rendu croit, au contraire, qu'il existe une ou plusieurs couches aurifères dans la molasse tendre; et il ajoute que M. Despine ayant fait laver une grande quantité de l'alluvion qui couvre la molasse, il n'y a pas trouvé une seule paillette d'or.

M. Virlet répond à Mgr. Rendu qu'outre les raisons qui lui avaient fait supposer que l'or du Cheran pouvait bien provenir des alluvions plutôt que de la molasse, c'est que dans les régions aurifères de l'Oural et de l'Altaï, c'est toujours dans les sables alluviaux, renfermant des ossements de mammouths et de rhinocéros, que se trouve l'or. Il ajoute que quelques rivières du midi de la France, comme le Gardon d'Anduze, le Gardon d'Alais et quelques autres qui descendent des Cévennes, charrient également des paillettes d'or dans lesquelles M. Dumas de Sommières a trouvé, comme en Russie, du platine. On a cru remarquer que ces métaux ne se trouvaient plus au-delà des poudingues houillers, et on en a voulu conclure aussi qu'ils devaient provenir de la désagrégation de ces poudingues; mais c'est là une opinion qui semble d'autant moins probable à M. Virlet que le terrain houiller ne se rencontre pas dans toutes les vallées des rivières qui fournissent de l'or, et que les dégradations météorologiques annuelles que peut d'ailleurs éprouver ce terrain ne lui paraissent pas capables de fournir la quantité d'or que l'on peut recueillir chaque année. Il pense que là il doit plutôt provenir du terrain schisteux ancien.

Après une discussion à laquelle plusieurs membres prennent part, M. Virlet revient à son récit. Il cite un *plissement* remarquable dans la montagne de Cusi. En voyant la molasse s'arrêter tout-à-coup à l'entrée du détroit de Banges, dans lequel elle n'a point pénétré, il en conclut que le soulèvement de la montagne et l'ouverture de Banges sont postérieurs au dépôt de la molasse.

M. Virlet a observé, sur la rive droite du Cheran, un

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

peu après être entré dans la vallée étroite de Banges, un calcaire asphaltique ayant un poli comparable à celui du marbre. La surface polie repose sur un banc marneux également asphaltique, sur lequel il a glissé, ce qui lui a donné ce poli remarquable. Plusieurs échantillons de ce calcaire, mis sous les yeux de la Société, par M. Virlet, excitent l'étonnement par la perfection de leur poli. On se propose d'exploiter ces roches asphaltiques, qui contiennent, d'après les analyses de M. Drian, chimiste français, vingt-quatre pour cent de bitume.

Après avoir traversé la longue et étroite ouverture qui conduit depuis Cusi jusque dans l'intérieur des Beauges, M. Virlet est arrivé à la grotte de Banges, qu'il désirait visiter, parce qu'il a publié depuis longtemps une théorie de la formation des cavernes (*Bull.*, t. VI, p. 154), et qu'il voulait s'assurer si celle-ci venait la confirmer. Cette grotte est ouverte dans le calcaire blanc néocomien et entre deux fractures du sol dont probablement elle est la conséquence. M. l'abbé Martin, curé d'Alèves, qui a guidé la petite caravane, lui a remis le moule d'un trochus gigantesque, portant l'empreinte de *Chama*, qui avait été détaché de ce calcaire, quoique sur un autre point de la montagne. Le calcaire de la grotte ne paraît disloqué que dans le fond où l'on observe de grandes fentes, qui semblent correspondre aux cours d'eau qui y affluent. Les couches conservent une inclinaison régulière de 14 à 15 degrés; ce qui lui a fait penser qu'on n'y pourrait trouver d'ossements fossiles, puisque, s'il y en avait jamais eu de déposés, les eaux les auraient entraînés dans le lac qui est au fond de la grotte.

En tenant compte de l'inclinaison constante de la grotte, et de sa longueur, qui est d'environ deux cent trente mètres, ce qui donne une hauteur verticale d'environ 60 mètres, il en conclut que le lac qui est au fond de la grotte doit être au-dessus du niveau du Cheran, qui ne peut ainsi servir à expliquer les phénomènes d'accroissement et d'abaissement de ses eaux.

M. Virlet a trouvé sur les bords du lac de petits cailloux étrangers à la montagne dans laquelle la grotte est pratiquée,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et qui sont amenés par les cours d'eau qui alimentent ce lac; ce qui lui prouve que les eaux ne proviennent pas directement du Cheran. Elles pourraient peut-être provenir des environs de Cusi, où les alluvions fourniraient ces cailloux étrangers à la partie de la vallée où est située la grotte.

Quelque remarquables que soient les dimensions de la grotte de Banges, la montagne de Séménoz, d'après ce qui a été rapporté à M. Virlet, en renferme plusieurs autres plus étendues : une de celles-ci passe pour avoir plus d'une demi-lieue de longueur.

M. Virlet termine en racontant la surprise que M. le curé d'Alèves lui a ménagée, en tirant un petit pistolet de poche dans l'intérieur de la grotte ; l'explosion qui en résulte est effrayante, et ni l'explosion d'une poudrière, ni la détonation de toute l'artillerie d'un vaisseau de ligne ne peuvent lui être comparées. Un autre spectacle, non moins intéressant, avait été préparé par M. l'abbé Martin à ses visiteurs : c'est celui de petits bateaux de carte armés de bougies allumées, et qui, entraînés par le courant au fond du lac, leur permirent d'apercevoir dans le lointain la profondeur et les nombreuses anfractuosités de la caverne.

Au-dessous de Banges et très près du Cheran, M. Virlet a encore remarqué une espèce de gouffre ou abîme d'où surgit, après les grandes pluies, une masse d'eau égale à celle de la rivière, et un peu au-dessus, il en existe encore un autre qu'on appelle l'*Eau morte*, et qui fait éruption en même temps ; celui-ci passe pour être le dégorgeoir du lac de la Grotte : il est très probable que tous les deux servent d'issue aux réservoirs souterrains de la montagne de Séménoz.

M. Chamousset observe qu'il a fait l'analyse du sable qui a attiré l'attention de M. Virlet ; il l'a trouvé principalement composé de beaucoup de grains calcaires, de quelques grains de quarz et d'une assez grande quantité de petits grains noirs et brillants de fer oxidulé, fortement attirables à l'aimant, et donnant une poussière jaune ou rouge.

M. Virlet examine ensuite la question de Petit-Cœur, dont il est porté à rapporter les schistes au lias, d'abord par suite

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de la grande confiance que lui inspirent les observations de MM. Elie de Beaumont et Sismonda, et, en second lieu, parce que des observations qu'il a faites lui-même dans le département de Saône-et-Loire, aux environs de Saint-Léger-sur-d'Heune, il résulte, pour lui, qu'une formation analogue aux schistes impressionnés d'Autun se trouve en stratification discordante avec le terrain houiller, et lui paraît se rapporter au Zechstein. Il pense que si ces schistes, quoique postérieurs au terrain houiller, renferment une végétation tout-à-fait analogue, il serait possible que les mêmes plantes se fussent également conservées jusqu'aux formations encore plus récentes, jusqu'au lias, par exemple.

M. l'abbé Landriot regarde les schistes d'Autun comme inséparables de la partie supérieure du terrain houiller : or, ce sont ces mêmes schistes qui renferment les végétaux fossiles analogues à ceux de Petit-Cœur. Il est vrai que les schistes d'Autun se rapprochent aussi du Zechstein, et l'on pourrait tout au plus les considérer comme le passage et le point de jonction de la partie inférieure du grès rouge avec la partie supérieure du terrain houiller.

M. Virlet observe que la concordance qui existe à Autun entre le schiste et le terrain houiller n'est pour lui qu'un fait local, et qu'il ne regarde pas moins ces schistes bitumineux comme parallèles à ceux de Saint-Léger-sur-d'Heune. M. Landriot répond qu'il lui est impossible de discuter un fait qu'il n'a point étudié, et qu'il s'en rapporte aux observations de M. Virlet : mais il refuse d'admettre la discordance de stratification pour les schistes d'Autun, dont les impressions végétales ressemblent beaucoup à celles de Petit-Cœur. Du reste, les schistes de Saint-Léger-sur-d'Heune, que M. Virlet considérait comme postérieurs au terrain houiller, appartiendraient, suivant le même observateur, au Zechstein ; il n'y aurait donc pas là une raison d'en conclure que les schistes de Petit-Cœur appartiennent au lias... M. Landriot ajoute, en terminant, qu'il ne combat point directement une opinion soutenue par des autorités aussi respectables que MM. Elie de Beaumont et Sismonda, mais seulement il attaque les raisons sur lesquelles on l'appuie.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Après cette discussion, M. Virlet résume les différentes communications qu'il a successivement faites à la société sur les filons, et qu'il a réunies dans le mémoire suivant.

Sur les filons en général et le rôle qu'ils paraissent avoir joué dans l'opération du métamorphisme ; Notes sur les roches d'imbibition, etc. ; par M. Virlet d'Aoust.

Quoique je n'aie pas la prétention d'être le premier géologue qui se soit occupé de la question du métamorphisme des roches, dont l'honneur doit revenir en grande partie à Hutton, à Playfair et à Mac Culloch, je crois cependant être le premier, du moins en France, qui ait cherché à généraliser cette question et qui ait considéré non seulement toutes les roches stratifiées cristallines, y compris les gneiss et les schistes micacés, comme autant de roches métamorphiques, mais qui ait considéré encore certaines roches granitiques, porphyriques, diabasiques, amphiboliques, diallagiques, euritiques, la protogine même, etc., comme étant, non des masses plutoniques d'éruption, mais bien des roches métamorphiques par voie de cristallisation.

Quoi qu'il en soit, le temps est déjà loin où, lorsqu'en 1837, je résumais au sein de la Société géologique de France toutes mes idées sur le métamorphisme en général, un célèbre professeur saisissait cette occasion pour combattre des idées qu'il traitait d'*aberration d'esprit*, et qui ne tendaient à rien moins, disait-il, qu'à nous ramener les discussions oiseuses et interminables des *plutoniens* et des *neptuniens*. Tout en m'écriant, à part moi, et comme Galilée au milieu de ses convictions : *e pur si muove !* j'ai laissé dire et j'ai laissé au temps le soin de se charger de ma réponse. Et, en effet, les idées sur le métamorphisme ont tellement marché depuis lors, qu'aujourd'hui, au contraire, bien peu de géologues mettent encore cette question en doute, et qu'elle a pris un rang distingué dans la science.

Je vois avec plaisir qu'en Savoie surtout, la question est largement comprise. Il ne devait pas en être autrement dans un pays que l'on peut en quelque sorte considérer comme le berceau et la terre classique du métamorphisme, car, comme nous l'a si bien exprimé Mgr Billiet, c'est certainement l'une des contrées de l'Europe les plus intéressantes à étudier sous ce rapport, et où peut-être l'on peut le plus facilement suivre les modifications du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sol, depuis leur origine jusqu'aux degrés les plus extrêmes de transformation.

C'est là qu'au commencement de ce siècle, et au grand étonnement du monde savant alors, M. Brochant de Villiers, en déclassant une partie des terrains cristallins de la Tarentaise pour les ramener du groupe des terrains dits *primitifs*, où on les avait rangés, à la classe des terrains de transition, a porté les premiers coups à la théorie des neptuniens. C'est là que de 1827 à 1830, MM. Élie de Beaumont et Sismonda, en poursuivant pas à pas toutes les dégraduations de transformations subies par ces mêmes terrains, et de manière à ne plus laisser aucun doute sur leur réalité, que ces géologues, dis-je, ont démontré d'une manière évidente que ce n'était plus même parmi les roches intermédiaires qu'on devait les classer, mais qu'il fallait les faire remonter dans la série géologique, jusque dans la formation jurassique.

On comprend combien de tels faits, établis avec toute l'autorité consciencieuse qu'apportent ces savants dans leurs recherches, ont dû ébranler les théories de Werner et de ses partisans. Dès lors, en effet, des idées toutes nouvelles sur la valeur des caractères minéralogiques des roches se sont insensiblement emparées des géologues; ils n'ont plus considéré la cristallinité comme un caractère exclusif des roches anciennes, et quelques uns ont commencé à considérer le métamorphisme, non plus comme un phénomène partiel et local, mais comme ayant agi d'une manière bien plus générale. Déjà, de leur côté, MM. Boué et Keferstein avaient cherché à étendre les idées de modifications aux couches en général; mais les idées, même les plus vraies, lorsqu'elles viennent contrarier les opinions généralement reçues, ont souvent bien de la peine à pénétrer dans le domaine de la science.

Je crois donc faire aussi, moi, une chose utile au pays, en communiquant quelques observations qui se rattachent aux questions importantes du métamorphisme. En se bornant, comme on l'a à peu près fait jusqu'ici, à constater les faits, on s'est conformé aux principes de la saine philosophie, qui veut que la théorie soit toujours précédée par l'observation. Il est bon cependant que les hypothèses viennent s'ajouter de temps en temps à leur monotonie, car, lors même qu'elles ne seraient pas toujours vraies, elles n'en ont pas moins l'avantage de provoquer les discussions, et souvent, en faisant envisager les questions sous des points de vue nouveaux, elles peuvent conduire à la découverte de la vérité. J'essaierai donc en même temps de soumettre à la Société quelques idées nouvelles sur l'origine du métamorphisme, lesquelles, au

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

surplus, m'ont été suggérées autant par l'observation d'un assez grand nombre de faits que par la lecture attentive de beaucoup de descriptions géologiques, mais où les auteurs se sont contentés de constater les faits, sans même se douter qu'ils pussent se rattacher à la question qui nous occupe en ce moment.

On a généralement considéré, jusqu'ici, le métamorphisme comme étant simplement le résultat de l'action exercée par les roches plutoniques sur les roches placées à leur contact ou dans leur voisinage; c'est certainement là une grande erreur, que l'observation tend à démontrer. Je ne veux pas nier, sans doute, l'action quelquefois exercée au contact des roches stratifiées par certaines roches ignées, surtout quand celles-ci ont surgi à l'état de fluidité pâteuse; mais, outre que cette action ne s'est pas fait ressentir beaucoup au-delà des points immédiatement en contact, elle est souvent nulle ou presque nulle.

Le phénomène du métamorphisme est beaucoup plus complexe, et il est très vraisemblablement le résultat de plusieurs causes combinées qui ont agi simultanément, ou séparément et successivement. D'abord, la chaleur et la pression ont pu suffire pour déterminer certains changements dans la texture, comme, par exemple, la compacité, la dureté et l'arrangement moléculaire; mais lorsqu'il y a eu développement de cristallisation, ces mêmes causes ont-elles toujours pu suffire? Je ne le pense pas, et il est probable que les réactions chimiques qui ont favorisé la cristallisation des matières minérales dans les roches ont été déterminées par la pénétration d'éléments nouveaux introduits, ou par injection, ou par sublimation; ou bien elles se sont opérées sous l'influence de matières gazeuses agissant sur les masses à la manière du carbone dans l'opération de la cémentation; ou bien encore sous celle d'éléments nouveaux introduits par des courants électriques, etc.

Les conséquences des dislocations du sol ne se sont pas toujours bornées au seul soulèvement des roches ignées; mais, comme tout semble le démontrer, au contraire, elles ont encore été accompagnées et suivies d'émanations gazeuses ou fluides, qui se sont manifestées pendant longtemps après. Ce sont ces émanations qui, en pénétrant à travers toutes les fentes, comme par autant d'évents ouverts pour faciliter leur sortie, ont donné lieu à la formation de ces nombreux filons que l'on voit souvent enlacer comme d'un réseau toutes les parties fracturées et fissurées du terrain qu'ils ont contribué ainsi à relier entre elles. Je crois donc que l'on doit ranger, sans aucun doute, en première ligne des causes modifica-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

trices des terrains, les phénomènes ignés qui ont donné naissance aux filons (1).

Une fois les filons considérés comme la conséquence plus ou moins immédiate des brisements du sol, ce que je crois, du reste, que personne ne conteste aujourd'hui, on comprendra plus facilement comment ils sont toujours beaucoup plus nombreux à mesure qu'on s'approche des lignes principales de rupture, que les émanations gazeuses ou fluides, en pénétrant pendant plus ou moins longtemps à travers les plus petites fissures du sol, ont successivement dû céder aux parties qu'elles enveloppaient et même pénétraient, non seulement de leur haute température, mais même aussi de leurs éléments, et il est facile de se représenter en partie, par la pensée, les phénomènes qu'ont pu provoquer des matières aussi pénétrantes que la silice et le calcaire, par exemple, et que toutes les substances métalliques, lorsqu'une partie du sol s'est trouvée comme noyée au milieu de ces matières, qui surgissaient

(1) Voici comment les auteurs de l'*Explication de la carte géologique de France*, MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, terminent dans leur *Introduction* (p. 43) ce qu'ils disent du métamorphisme : « Les altérations que les dépôts sédimentaires ont éprouvées de la part des roches d'origine éruptive ne se sont par bornées à des bouleversements et à des changements de texture moléculaire ; souvent de nouveaux principes y ont été introduits. Quelquefois ces nouveaux principes, se répandant dans toute la masse, en ont changé la nature : ainsi, des masses calcaires ont été transformées en gypse ou en dolomie par l'introduction de l'acide sulfurique ou de la magnésie ; d'autres fois, ces matières adventives, au lieu de se répandre dans la masse entière du terrain pénétré, se sont concentrées dans les fentes qu'il présentait. Telle est l'origine des filons dans lesquels se trouve un grand nombre de minéraux cristallisés, et qui forment le gisement le plus habituel des métaux.

» Leur remplissage ne s'est pas toujours opéré de la même manière : quelques filons métalliques ont été remplis de matières fondues qui y ont été injectées, et, en cela, ils ressemblent aux filons de basalte ou de porphyre ; d'autres filons paraissent avoir été remplis par des matières sublimées ou entraînées par un courant gazeux ; d'autres, enfin, et la plupart des filons métalliques sont dans ce dernier cas, paraissent avoir été remplis par des matières tenues en dissolution dans des eaux qui peut-être étaient à une haute température.

» Les filons se trouvent généralement près des lignes de contact des roches stratifiées et des roches non stratifiées qui les ont pénétrées, et telle est aussi la position la plus habituelle des sources thermales, qui, de nos jours, déposent encore assez fréquemment diverses substances pierreuses ou métalliques dans les canaux qu'elles parcourent. »

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

avec force de l'intérieur et l'étreignaient de leur pouvoir expansif.

De là les modifications, soit par le seul effet de la chaleur, soit par le ramollissement des masses, qui en était la conséquence; de là les nouvelles combinaisons chimiques, soit par la simple réaction des éléments de la roche entre eux, soit par suite de l'introduction d'éléments nouveaux; de là enfin ce développement si remarquable de cristallisation que les roches métamorphiques présentent sur quelques points, et où certaines espèces minérales n'auraient peut-être jamais pu se développer, sans la pénétration d'éléments d'abord étrangers à ces roches.

Il est bien curieux de voir, en effet, que dans les Alpes, comme dans les Cévennes, comme dans la Grèce, comme dans l'Altaï, dans l'Oural et dans le Caucase, comme dans la Saxe et dans la Toscane, comme dans tous les pays métallifères enfin, les roches sont arrivées à un degré de métamorphisme d'autant plus grand que les filons de toute espèce sont plus nombreux.

L'île de Syra présente un des faits les plus remarquables de métamorphisme que j'aie eu encore occasion d'observer, et auquel je dois en grande partie mes premières idées sur les modifications et la transmutation des roches, qui datent, par conséquent, de l'année 1829, époque où je visitais cette île de l'archipel grec.

Son sol est principalement formé de schistes argileux, verdâtres, recouverts par des calcaires blancs et bleuâtres, saccharoïdes, métamorphiques, et où j'ai pu encore reconnaître sur quelques points qui semblent avoir échappé en partie aux modifications le caractère de compacité qu'ils paraissent avoir eu antérieurement. En suivant la zone des schistes, depuis la partie la plus méridionale de l'île jusque vers le centre, qui en est la partie la plus élevée, et qu'on pourrait appeler la région métallifère, on voit ces schistes passer graduellement à un état de plus en plus cristallin. L'amphibole s'y montre d'abord en très petits cristaux rares, puis ceux-ci augmentent insensiblement et prennent plus de développement. En continuant de suivre ainsi les bancs dans leur transformation cristalline, on les voit arriver à l'amphibolite la plus grenue, et ne présentant plus qu'un assemblage de cristaux s'enlaçant les uns dans les autres et offrant au plus haut degré les caractères que beaucoup de géologues supposent encore exclusifs des roches plutoniques, dont l'île de Syra ne présente cependant aucune trace; mais, vers les points où le métamorphisme s'est développé d'une manière si remarquable, existent des filons nombreux de quartz et de fer spathique. Ces derniers se sont en outre injectés dans le terrain et y ont donné lieu à une multitude de pe-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tits filets ferrugineux divergeant dans tous les sens. Les schistes argileux, comme je viens de le dire, passent dans le voisinage de ces filons, non seulement à l'amphibolite, mais encore aux roches diallagiques présentant les plus belles variétés d'euphotide et d'éclogite. On voit même au contact les calcaires parfois tout pénétrés de diallage. Les schistes passent ailleurs à des roches talqueuses et micacées, toutes pénétrées de grenat, de disthène, d'épidote, etc. On y voit même des bancs entièrement transformés en roche de disthène et de grenat, et le mica blanc nacré, argental, qui indique toujours, pour moi, le voisinage et l'action des filons, s'y développe d'une manière remarquable (1).

Les roches de l'île de Naxie offrent également le plus haut développement de cristallinité possible dans le voisinage des filons d'émeri et de fer qui y sont si nombreux; il en est de même en Morée, dans la chaîne du Taygète, au voisinage des filons de quartz et de fer oligiste, et dans les monts Penthéliques, en Attique, où l'on sait que se trouve la région métallifère du Laurium, qui a fourni à certaines époques, aux Athéniens, leur principale source de richesses.

Un fait d'un autre genre, mais non moins curieux, qui a achevé tout-à-fait mes convictions et que j'ai eu également occasion de constater, à Imbros, l'une des îles de la Thrace, lors du même voyage en Orient, consiste en la transformation évi-

(1) Un travail qui me paraîtrait de nature à offrir un grand intérêt géologique et minéralogique, et qui pourrait en même temps jeter beaucoup de jour sur la question du métamorphisme, serait, dans un cas semblable à celui de l'île de Syra, c'est-à-dire où l'on pourrait suivre d'une manière bien certaine les progrès de la transformation d'une roche, de faire des analyses de cette roche, prise sur différents points, depuis la partie non altérée ou la moins altérée, jusqu'aux points où la cristallisation s'est le plus développée, et, en comparant les analyses quantitatives et qualitatives entre elles, de s'assurer si les changements sont dus à une simple réaction, à des degrés différents d'intensité, des éléments originaires de la roche, ou bien s'ils ne sont pas plutôt dus à l'addition par pénétration d'éléments nouveaux fournis par les filons, et enfin dans quelles proportions ces éléments y sont entrés par rapport aux différents points. Dans le premier cas, ces analyses, judicieusement faites, auraient toujours au moins pour résultat de faire connaître le degré d'intensité relative qu'a exigé la formation de telles ou telles espèces minérales les unes par rapport aux autres. C'est, bien dirigée vers ce but, je crois, que la chimie est encore appelée à rendre de grands services à la géologie et à la minéralogie.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dente de grès assez récents, d'abord en masse de jaspe, puis en très beau porphyre trachytique sillonné de filons de fer oxidé rouge. Cette métamorphose paraît si récente que le sol où elle s'est manifestée semble parfois être encore en ignition et qu'il présente à l'œil l'aspect désolé d'un vaste champ d'incendie (1).

Filons et injections de quartz.—Parmi les matières éruptives des filons, celle qui joue le plus grand rôle est certainement la silice, qu'on trouve en très grande abondance partout, soit seule, soit associée aux différentes substances métalliques auxquelles elle semble avoir généralement servi de matrice. Cependant, lorsqu'on observe avec une certaine attention les filons métallifères, on ne peut s'empêcher de remarquer l'espèce de répulsion qui existe entre le quartz et quelques unes des matières surgies avec lui; et en général, lorsque ces substances, comme si elles eussent été impatientes du joug que semblait lui imposer la silice, n'ont pu s'échapper par des voies différentes, elles s'en sont toujours plus ou moins séparées par un départ lors de la cristallisation ou consolidation. C'est ainsi qu'on voit fréquemment une partie des substances des filons, le fer, le plomb, par exemple, avoir pénétré latéralement dans les roches, lorsque le quartz, peut-être parce qu'il était plus visqueux, est resté dans le filon générateur et y a continué son ascension directe; et c'est également ainsi que quelquefois on a pu considérer comme d'époques ou même d'origines différentes des matières qui ont cependant fait éruption en même temps, et dont la séparation tient ou à leur peu d'affinité réciproque, ou à leur différence de fluidité.

Quoi qu'il en soit, la silice devait être elle-même à un état de fluidité assez grande, car elle s'est fort souvent injectée aussi à travers les plus petites fissures des roches, et a fréquemment pénétré latéralement entre leurs feuillets et sur des étendues assez considérables, pour faire considérer les parties ainsi injectées comme des roches quarzeuses, d'origine contemporaine des terrains avec lesquels elles alternent, tandis qu'elles n'en sont que des parties modifiées.

Les chaînes du Pilat et de Riverie, que j'ai eu tout récemment occasion de revoir aux environs de Saint-Etienne (Loire), sont remarquables par l'abondance et le développement des éruptions de quartz qui y ont eu lieu. Quelquefois le quartz s'y présente en masses très considérables formant des espèces de cônes ou cham-

(1) *Expédition scientifique de Morée, section des sciences physiques, Géologie et Minéralogie*, t. II, 2e part., p. 65 et 501.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pignons tout-à-fait hors de proportions avec les évents étroits qui ont livré passage à la matière siliceuse, laquelle semble accumulée en ces points, ou par une consolidation immédiate à mesure qu'elle sortait, ou plutôt parce qu'elle s'y est trouvée maintenue par un encaissement naturel du sol, qui l'empêchait de pouvoir s'épancher en nappes. Les villages de Rochetaillée et de La Tour présentent deux de ces cônes remarquables par leurs dimensions. Le quartz, semblable aux racines de certaines plantes qui s'insinuent à travers les plus petites fentes d'un sol rocheux, y a pénétré à travers le micaschiste, tantôt suivant le plan des feuillets, tantôt obliquement et de manière à l'enlacer complétement dans une espèce de réseau de filons.

Quartz grenu mélangé de mica, ou greisen des Allemands.—Parmi les ramifications nombreuses que le quartz ordinairement blanc, vitreux ou bleuâtre, a ainsi poussées, on en remarque où il s'est tellement assimilé la roche encaissante, qu'il forme alors une masse grenue verdâtre micacée, représentant un véritable greisen qui tient à la fois du quartz et du micaschiste. J'ai vu ce mélange ou cette assimilation se répéter d'une manière un peu différente sur plusieurs points, notamment dans la vallée du Dorlay, entre Saint-Paul-en-Jarret et Doisieu. Là des lambeaux de schistes micacés enveloppés par des noyaux de quartz avaient en grande partie subi une transformation analogue; la partie extérieure était plus ou moins à l'état de greisen massif, tandis que l'intérieur, à mesure que la proportion de quartz diminuait, conservait encore ses caractères primitifs et sa schistosité. Il n'y avait donc pas à douter le moins du monde que la silice ne fût là la cause modifiante.

Quarzite grenue micacée et schisteuse, ou hyalomicte de M. Brongniart. — J'ai eu occasion d'observer également dans cette même vallée du Dorlay, près de Saint-Paul, des injections latérales de quartz très étendues et ayant pénétré à travers les feuillets du schiste qu'il a changé en une véritable hyalomicte schisteuse, que les habitants recherchent de préférence pour leurs constructions, à cause de sa plus grande dureté, et j'ai été assez heureux pour pouvoir observer, dans une carrière récemment ouverte, un de ces bancs de 60 à 80 centimètres d'épaisseur, et qu'en suivant à une certaine distance on voyait repasser au schiste micacé ordinaire L'injection ne s'était faite que par un seul côté du filon générateur, du reste fort mince. Je me suis assuré qu'il n'y avait point eu glissement du terrain. On peut donc raisonnablement supposer, d'après ces faits, que les greisen et une partie des quart-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

zites schisteux hyalomictiques ont eu une origine analogue et ne sont que des roches métamorphisées par injections, et c'est ce qui fait que les géologues sont souvent embarrassés pour classer ces roches quartzeuses. M. d'Omalius d'Halloy, entre autres, dit, dans une note de sa nouvelle édition *Des roches considérées minéralogiquement* (pag. 6), que le quartz micacé, ou greisen des Allemands, ne paraît pas être une roche très importante dans la nature, et semble avoir beaucoup de rapports avec les filons.

L'un des points les plus intéressants des environs de Saint-Etienne, à étudier sous le rapport des injections de quartz, est sans contredit la montagne du Sorbier, où il a pénétré avec une très grande abondance et y présente les accidents les plus variés. A Darbusy, par exemple, on observe de beaux rochers de schiste micacé noir, injectés de toutes manières par du quartz blanc grenu, principalement dans le sens des feuillets, et présentant les rubanements les plus curieux qui expliquent très bien ces nombreuses alternances de lits de quartz que peuvent présenter ailleurs les schistes anciens, et que l'on considérait comme des alternances originelles.

Sur le versant nord de cette montagne et près des bords de l'Ouzon, on a ouvert sur ces mêmes schistes très abondamment injectés, une très belle carrière dite du *Chantre*. On peut y reconnaître de la manière la plus évidente comment le quartz est venu s'interposer au milieu de la roche. Là, nouveau Briarée plutonique, il l'enlace de ses mille bras en donnant lieu aux contournements les plus bizarres; les schistes, souvent refoulés, présentent mille replis où le quartz pénétrant affecte les mêmes contours. Là souvent le quartz, en se mélangeant avec le mica de la roche, prend une structure granitoïde, et il faut y regarder avec attention pour ne pas le prendre alors pour de vrai granite. Il serait, je crois, bien difficile de rencontrer une localité où le phénomène des injections puisse être plus clair, mieux caractérisé et où le quartz soit aussi abondant; il y est tellement prédominant que le micaschiste ne semble plus y être parfois que l'élément secondaire: aussi résulte-t-il de cette combinaison intime du quartz et du schiste une roche très dure et qui fournit d'excellents matériaux principalement exploités pour l'entretien de la route de Saint-Chamond à Montbrison.

Noyaux de quartz. — C'est encore en parcourant les différents versants de la chaîne du Pilat que j'ai acquis la conviction que tous les noyaux de quartz, quelles que soient leurs dimensions, qui souvent ne dépassent pas celles d'une amande, et que l'on observe

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

intercalés entre les feuillets des roches schisteuses, sont d'une origine postérieure et qu'ils sont, quoique le plus souvent isolés dans la masse et parfois à d'assez grandes distances des filons, encore le résultat d'injections analogues. Ce qui m'a conduit à établir cette conséquence, c'est la comparaison attentive des noyaux voisins des filons et évidemment produits par eux, avec d'autres isolés, mais encore peu éloignés. En poursuivant ainsi de proche en proche et à mesure qu'ils s'éloignaient du filon générateur, j'ai été naturellement amené à leur reconnaître une même origine; ils ont tous les mêmes caractères minéralogiques et les mêmes formes ovoïdales très aplaties sur les bords, qui sont celles que prendrait un fluide visqueux plus ou moins comprimé, mais non celles qui résulteraient d'un départ par ségrégation de la roche enveloppante et encore moins celles qui résulteraient d'une séparation par cristallisation. D'ailleurs, bien que la plupart de ces noyaux se trouvent intercalés entre les feuillets des schistes, il y en a beaucoup qui les traversent obliquement. Il n'y a donc plus possibilité d'admettre alors pour ces noyaux une formation contemporaine, et on est forcé d'en revenir à une introduction postérieure.

Il y a de ces noyaux qui acquièrent un développement très considérable, et je suis même porté à croire que les crêtes de quartz qu'on observe sur le versant méridional de la chaîne et les cônes signalés sur le même versant par M. Rozet; que les beaux filons de quartz blanc du Pont-la-Terrasse, si bien décrits par M. Drian (1), et qu'on exploite pour les usages des verreries de Rive-de-Gier; que le filon de quartz ferrugineux situé non loin de là au lieu dit les *Grandes-Roches;* que ceux de la *Roche-Barbary*, situés au sud du village de La Tour, ne sont également que de ces noyaux ayant acquis un développement bien plus considérable encore.

Tous ces filons ou masses de quartz se trouvent dans les terrains schisteux anciens; mais il en existe encore d'autres qui ont traversé le terrain secondaire et qui présentent des circonstances non moins remarquables. Tels sont ceux, par exemple, du mont Reynaud et de la montagne de Saint-Priest, qui traversent non seulement le terrain houiller, mais l'ont injecté d'une manière très curieuse, et l'ont en quelque sorte converti en une masse de quartz. Les grès et les schistes ainsi pénétrés ne se reconnaissent plus guère qu'au rubanement que la roche de quartz a parfois con-

(1) Note sur des filons de quartz éruptifs situés au Pont-la-Terrasse, commune de Doisieu. *Ann. de la Soc. roy. d'agr., sc. et arts de Lyon.*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

servée, ou aux galets et noyaux de grès et poudingues qui n'ont pas subi une fusion complète et que l'on distingue encore sur quelques points. Lorsqu'on arrive sur la montagne de Saint-Priest par le hameau de la Terrasse, on observe d'abord à la base des grès houillers analogues à tous ceux du bassin, mais qui deviennent de plus en plus siliceux à mesure qu'on s'élève; vers le milieu de la montagne les caractères du grès s'effacent en partie pour passer à un silex gris, et vers le sommet, ils ont à peu près complétement disparu, et la masse ne semble plus composée que de quartz pur; on y trouve cependant encore, comme pour témoigner de son origine, des empreintes de calamites et de fougères semblables à celles qu'on trouve dans les parties de couches non pénétrées. Au mont Reynaud, les grès injectés de quarz sont plus faciles à reconnaître, car on y distingue des alternances du quarz avec les feuillets du grès, qui a pris parfois une très jolie teinte verte chromifère Je ne m'étendrai pas davantage sur ces curieuses masses de quartz secondaires; car la montagne de Saint-Priest a été déjà décrite par M. de Bournon dans sa *Description lithologique des environs de Saint-Etienne*, par M. Dufrénoy (1), par M. Rozet (2) et par M. Leymerie (3), qui considérait déjà, ainsi que M. Rozet, ce quartz comme éruptif et comme ayant pénétré et fondu en partie les roches houillères, auxquelles, dit-il, il semble passer dans ses parties les plus basses.

J'ai encore eu occasion d'observer deux autres gisements analogues, non moins intéressants, de quartz blanc laiteux rubané, résultant de la pénétration de la silice dans les strates de roches schisteuses, l'un près du Ménard (route de Roanne à Montbrison) et l'autre près de Souvigny (Allier). Au mont Reynaud, j'ai trouvé des tiges silicifiées et converties en une espèce de lydienne, parfaitement identiques avec les bois pétrifiés qu'on rencontre fréquemment à la surface du sol et notamment aux environs de Rive-de-Gier; ce qui doit faire supposer que là aussi ces tiges ont été silicifiées de la même manière et à la même époque d'éruption de quartz.

Il semblerait qu'une substance hyaline de la nature du quartz en roche devrait être entièrement privée de végétation : aussi ai-je

(1) *Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, t. I, p. 305.

(2) *Mém. de la Soc. géol. de France*, t. IV, p 120 ; et *Bull.*, *ib.*, t. IX, p. 202.

(3) *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. IX, p. 206.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

été très étonné de lui voir donner asile à la montagne de Saint-Priest, à une plante propre, à la vérité, aux terrains siliceux, l'*Umbilicaria pustulata*. Ce beau lichen parasite, aux formes capsulaires, s'y développe au contraire d'une manière tout-à-fait remarquable et semble, dans cette localité, ne se complaire que sur le quartz, car il n'y croît pas ailleurs.

Minerai de fer éruptif de La Tour. — Une circonstance intéressante qu'offrent encore les masses de quartz de Saint-Priest et du mont Reynaud consiste dans leur relation avec les filons de fer oxidé résinoïde de La Tour. En effet, les minerais de fer qu'on extrait à la Feuillatée, à La Tour, à la Bertrandière, et qu'on a aussi essayé d'exploiter jusqu'à la Fouillouse, où ils se manifestent également, ont une origine éruptive qui se lie avec celle de ces filons de quartz; et au lieu d'avoir, comme on l'a supposé jusqu'ici, pour origine un dépôt formé par des sources ferrugineuses qui auraient existé sur toute la lisière du dépôt houiller, ils ont surgi postérieurement et en même temps que le quartz: seulement, le fer de celui-ci est en partie séparé, et est allé pénétrer le schiste micacé qu'il a modifié sensiblement. Il y forme de très petits filons irréguliers qui suivent les déchirements du schiste, qui est devenu lui-même un minerai, peu riche à la vérité, mais fusible, et qui peut jusqu'à un certain point servir de fondant. Au mont Reynaud, et au filon des *Grandes-Roches*, précédemment cité, le fer est resté mélangé au quartz; on le trouve également associé au quartz de Saint-Priest et de La Tour, mais il y est plus rarement disséminé. Enfin, ce qui ne doit laisser aucun doute sur l'origine éruptive de ce minerai, c'est qu'au lieu de présenter un encroûtement et des infiltrations partant de la surface, il tapisse au contraire seulement le dessous des galets et des fissures, des poudingues et des grès houillers, à travers lesquels ses émanations fuligineuses ont pénétré, en s'échappant de l'intérieur.

Age des filons de quartz —D'un côté, la présence d'un grand nombre de galets de quartz blanc, grenu, vitreux, quelquefois ferrugineux, associés à des galets de porphyre rouge quartzifère et de pegmatite dans les poudingues de la partie inférieure du terrain houiller (La Tour, mont Reynaud, montagne du Sorbier), prouvent bien que ces roches, et le quartz en particulier, sont d'une origine antérieure; mais, d'un autre côté, les filons de quartz de Saint-Priest et du mont Reynaud, qui traversent le terrain houiller, prouvent bien que ceux-ci, du moins, sont d'une origine plus récente. Il y a donc eu dans cette contrée au moins deux époques bien distinctes d'éruption de quartz; mais quels sont ceux de ces filons qui sont

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les plus anciens? C'est là une question qui n'est pas très facile à résoudre; car, outre que je n'ai reconnu aucun caractère minéralogique qui puisse les faire distinguer d'une manière certaine, une partie de ceux qui existaient dans les terrains primordiaux, et que l'on pourrait être porté, par cette raison, à considérer comme plus anciens, sont souvent associés à du fer hydraté résinoïde, comme ceux du mont Reynaud et de Saint-Priest. La seule différence minéralogique que j'ai cru reconnaître dans le quartz de ces derniers filons, c'est une tendance à ressembler aux silex, caractère que je n'ai reconnu dans aucun des galets du poudingue houiller; mais comme, en même temps, il se présente fréquemment, dans ces localités, en masse blanche, grenue et vitreuse, comme le quartz des galets, cette distinction ne paraît pas avoir une bien grande valeur. Quoi qu'il en soit, si ces filons ont surgi après les dislocations qui ont imprimé à la chaîne du Pilat ses principaux reliefs, les plus anciens pourraient bien remonter jusqu'au système de *Westmorland* et être contemporains des terrains à trilobites; et les plus modernes descendre, au contraire, jusqu'au système de dislocation dit du *Pilat et de la Côte-d'Or* et être, par conséquent, de l'époque de la craie et du grès vert, en sorte qu'il y aurait eu là deux époques fort éloignées d'éruptions de quartz, présentant cependant à peu près les mêmes caractères minéralogiques La question a donc besoin d'être reprise et examinée de nouveau avec toute l'attention qu'elle mérite, pour arriver à un plus haut degré de précision et de certitude.

J'ai fait remarquer à la Société que les roches schisteuses de la Tarentaise, notamment près de la Bâtie, présentent des injections de quartz analogues; mais, quoique moins prononcées et moins abondantes, elles n'en offrent pas moins d'intérêt, et il suffira désormais que les géologues de la localité soient avertis sur ce genre de phénomènes géologiques pour qu'ils puissent les distinguer facilement et les étudier avec fruit et utilité pour la science.

Filons et injections calcaires. — Après le quartz, le calcaire paraît avoir joué parmi les substances éruptives, du moins dans quelques contrées, comme les Alpes, par exemple, un rôle assez important. Il n'y a pas bien longtemps encore qu'il se trouve définitivement rangé parmi les substances plutoniques, et non seulement on n'admettait pas qu'une matière minérale semblable pût avoir une origine ignée, mais même on a été longtemps avant de pouvoir expliquer la présence de fragments de calcaires non calcinés, observés en 1775, par Strange, sur les sommets basaltiques des monts Euganéens, ainsi que ceux plus curieux encore qui

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

furent observés par Faujas, en 1784, à Roche-Maure et à Villeneuve-de-Berg (Ardèche), lesquels avaient subi, par l'action des laves, un ramollissement évident, sans avoir cependant éprouvé la décomposition qui s'opère ordinairement lorsqu'on soumet le calcaire à une haute température.

Il a fallu que l'observation de l'existence du carbonate de chaux dans les amygdaloïdes amenât Hutton à faire intervenir l'influence de la pression pour expliquer la fusion à laquelle il avait nécessairement été soumis. Cette hypothèse hardie, et due au génie d'un homme qui a su souvent devancer la science, fut bientôt confirmée par les belles expériences de Hall, et plus tard par celles de Bucholtz, qui prouvèrent qu'une grande pression n'est pas même nécessaire pour empêcher la décomposition du calcaire. Cassola a fait voir, lui, que l'instantanéité d'un coup de feu suffit même pour empêcher le dégagement de l'acide carbonique, puisqu'il a pu convertir du calcaire compacte en calcaire grenu, en le soumettant au simple jet d'un chalumeau à courant de gaz oxigène et hydrogène.

D'un autre côté, M. Hausmann a observé dans les hauts-fourneaux de Wermland, en Suède, que des calcaires employés à la construction du creuset subissaient, sans se décomposer, un ramollissement tel qu'on pouvait y enfoncer très facilement le ringard. J'ai eu moi-même occasion de vérifier plusieurs fois, après un fondage, la non-décomposition de calcaires oolitiques, encore quelquefois employés pour la construction des chemises (paroi intérieure) de plusieurs hauts-fourneaux, dans la Haute-Marne et dans la Franche-Comté, et où, cependant, quoiqu'en contact avec des matières aussi fusibles que les oxides de fer, et quoique soumis à une des plus hautes températures que l'on puisse produire par la combustion du charbon de bois, ils ne s'étaient ni fondus ni décomposés. Enfin, en 1833, M. Faraday a encore démontré que lorsqu'on chauffe le carbonate de chaux sans la présence d'aucune autre matière gazeuse que l'acide carbonique, la base, même à la pression ordinaire, ne se sépare pas de son acide, quelle que soit l'élévation de la température à laquelle on soumette le calcaire.

Malgré tous ces faits, qui démontrent la possibilité de la fusion des calcaires et de leur transformation en calcaire grenu, et par conséquent encore la possibilité d'une origine ignée; malgré ce que Hausmann avait publié dès 1818, en faisant connaître ses idées sur la formation des filons de la Suède et de la Norwége, où il avait trouvé le calcaire associé aux pyroxènes, néanmoins l'an-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nonce de la découverte faite par M. Savi, en Toscane, de calcaires éruptifs, trouva plus d'un incrédule. M. Fournet, dont les beaux travaux sur les filons font depuis longtemps autorité dans la science, et auquel j'ai emprunté une partie des détails historiques qui précèdent, a voulu, lui aussi, s'assurer de la réalité de la découverte de M. Savi, et en 1838, il a été assez heureux pour reconnaître dans la partie jurassique des Alpes un vaste réceptacle de filons, qui lui ont démontré le fait capital de l'existence d'un calcaire décidément plutonique, et à ce sujet il fait ressortir, dans ses *Aperçus sur quelques phénomènes chimiques et de cristallisation produits dans les filons* (1), l'influence qu'a dû exercer la pression dans l'opération de la cristallisation et des combinaisons chimiques des filons, et il observe que, pendant que l'on contestait la possibilité de l'existence de calcaires d'origine ignée, on ne s'apercevait pas que les hydrosilicates zéolitiques, si nombreux dans les roches éruptives, que l'existence de persulfures et d'arsénio-sulfures dans ces mêmes roches était peut être bien plus difficile à concilier avec nos idées d'opérations ordinaires de nos laboratoires, où une partie des agents qui sont intervenus dans la nature sont négligés ou manquent.

C'est à peu près vers 1838 que M. Léonhardt signalait aussi, de son côté, les remarquables phénomènes qu'il a observés dans les filons de calcaire saccharoïde qui traversent la formation houillère de Wolfstein, en Bavière. En 1842, M. le capitaine Komaroff, du corps des ingénieurs des mines de Russie, a décrit également des filons de cuivre avec gangue de spath calcaire ou de quartz associés à de l'axinite et à de la baryte sulfatée, qui existent dans les diorites des environs d'Olonetz (2).

A tous ces faits, je ne ferai plus qu'ajouter, comme se trouvant à la portée des géologues de ce pays, ceux que présentent les filons si curieux d'Allevard (Isère), où le calcaire se trouve associé à la fois à du quartz, à du fer carbonaté spathique, à des sulfures de fer et de cuivre, et quelquefois aussi à de la blende et à du cuivre gris. Les beaux filons de quartz et de calcaire grenu que la Société a pu observer au milieu des schistes, à Grand-Cœur, et ceux non moins curieux de calcaire, de quartz, de fer spathique, contenant parfois de la galène et du titane rutile des environs de Moutiers.

J'admets, moi aussi, depuis longtemps, non seulement l'existence de ces quelques filons de calcaires bien évidemment éruptifs; mais

(1) *Ann. de la Soc. roy. d'agr., hist. nat. et arts utiles de Lyon.*

(2) *Annuaire du journ. des mines de Russie pour* 1842, p. 33 et 34.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

j'admets également, de plus, que les nombreux filons spathiques qui traversent la plupart des terrains et sont si nombreux dans certains calcaires, où, par leurs nuances contrastantes, ils donnent souvent lieu aux plus belles variétés de marbres (le *Portor*, le *Vert antique*, le *Saint-Anne*, le *Dinan*, etc.); que tous ces filons spathiques, dis-je, sont, ainsi que tout semble le prouver, d'origine éruptive. Je vais même beaucoup plus loin, car je crois que tous les calcaires ont eu primitivement une origine semblable; mais ceci a besoin d'une courte explication pour ne pas paraître, de prime abord, par trop paradoxal.

Les granites, sauf ceux qui résultent, comme je l'admets, d'une régénération, sont généralement regardés comme les roches fondamentales, c'est-à-dire comme ayant formé, par suite du refroidissement progressif du sphéroïde terrestre, la première enveloppe solide, sur laquelle les gneiss, les schistes micacés et autres roches d'origine sédimentaire sont venues successivement se déposer. Ces roches étant composées, en général, des mêmes éléments que les granites, on conçoit facilement qu'elles aient pu se former aux dépens et par suite de la désagrégation de ceux-ci; mais il n'en est pas de même des couches calcaires que l'on observe jusque dans les roches les plus anciennes. Comment ont-elles pu s'y former? On pourrait peut-être, à la rigueur, vu l'absence probable de toutes traces de débris organiques, les considérer comme des couches d'épanchement; cependant, loin de leur attribuer une semblable origine, je les regarde, au contraire, depuis longtemps, malgré ce manque apparent de fossile, que je crois dû au seul métamorphisme, comme des témoins de l'organisation primitive à la surface du globe.

Si ces couches anciennes, comme il est probable, ont été, ainsi que les plus modernes, formées en grande partie par des débris organiques, où les animaux qui les ont en quelque sorte engendrées auraient-ils été chercher toute la chaux carbonatée qu'ils se sont assimilée, si des éruptions et émanations calcaires n'étaient venues leur en fournir les éléments? Car les granites, les gneiss et les schistes micacés en contiennent si peu, qu'on peut affirmer que ce ne sont pas de ces roches que les calcaires tirent leur origine. Et d'où proviendraient, je le demande encore, je ne dis pas seulement les éléments des rares couches de calcaire ancien, mais ceux des nombreuses formations calcaires qui, à mesure qu'on s'élève dans les successions géologiques, deviennent de plus en plus puissantes, au point de constituer au moins le tiers des masses stratifiées de la surface du globe, si l'on n'admettait pas

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

en même temps que ces émanations calcaires se sont continuées pendant toutes les époques géologiques, et qu'elles se continuent peut-être même encore aujourd'hui, pour donner naissance à certains travertins? N'avons-nous pas, dans ces nombreux filons calcaires qui sillonnent toutes les formations, et dont je parlais tout-à-l'heure, des témoins matériels de ces différentes émanations? Et n'aurions-nous pas aussi, dans celles de ces émanations qui ont été sous-marines, l'explication de la singulière structure oolithique que présentent fréquemment et si abondamment certaines formations, phénomène que j'ai déjà cherché à expliquer pour les oolithes ferrugineuses (*voy.* p. 741)?

Ces éruptions calcaires, qui me paraissent incontestables, ont dû jouer aussi un certain rôle dans l'action du métamorphisme, et il est facile de reconnaître cette action, du moins quant à la compacité, à la ténacité et à la dureté des roches, et j'ai constaté que, dans la Grèce et dans les Cévennes, aussi bien que dans la Savoie, les calcaires, par exemple, sont d'autant plus subsaccharoïdes, plus durs, plus sonores et plus cassants, que le nombre des filons de calcaire spathique augmente, ce dont, du reste, il est facile de s'assurer en allant de Chambéry, où ils sont en général peu nombreux, jusqu'à la carrière de Cruet, où ils sont des plus abondants, mais où aussi les calcaires ont acquis un plus haut degré de métamorphisme.

Il arrive souvent que les assises schisteuses sur lesquelles reposent les calcaires paraissent à peu près dépourvues de ces filons, qui y sont généralement beaucoup plus rares que dans les calcaires, où ils sont, au contraire, souvent très nombreux, ce qui pourrait faire douter de leur origine et de leur mode de formation; mais si on fait attention aux différents modes de structure de ces roches, on voit que cette circonstance tient précisément à cette différence de structure. Les masses schisteuses, en général plus flexibles, plus élastiques, si l'on peut s'exprimer ainsi, ont beaucoup mieux résisté aux mouvements ondulatoires et de vibrations qui ont nécessairement accompagné et suivi les dislocations du sol et l'ont fissuré dans tous les sens, que les calcaires, masses presque inflexibles, plus dures, et, en raison de cette dureté même, beaucoup plus cassantes. De là donc les fractures rares qu'on observe quelquefois dans les schistes, tandis que les calcaires ont, eux, parfois été tellement fendillés, froissés, brisés, broyés, qu'ils ressemblent aujourd'hui à de véritables brèches. Les schistes ardoisiers que la Société a examinés avec tant d'intérêt, près de Grézi, offrent un exemple assez remarquable de cette

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

différence de brisement des couches d'un même terrain. Bien que les filons calcaires y soient assez nombreux, cependant ils y sont bien moins multipliés que dans les assises calcaires qui les couronnent (*voy.* pl. XI, fig. 11).

Puisque je me trouve naturellement ramené aux filons calcaires de Grézi, sur le mode d'injection desquels tous les membres n'ont pas paru partager complétement mon opinion, je la résumerai ici, en ajoutant qu'avec l'habitude que je crois avoir acquise d'observer ces genres de phénomènes, qui m'occupent depuis longtemps, j'ai l'intime conviction que les filons de calcaire blanc laiteux spathique qui sillonnent ces schistes dans divers sens sont tous contemporains et d'une même époque géologique. Il n'en est pas de même dans les calcaires de Cruet, où j'ai fait remarquer des filons spathiques de deux époques bien distinctes, minéralogiquement d'abord, puis par le croisement et le déplacement des uns par les autres. Quant au glissement que les couches schisteuses de Grézi auraient pu éprouver les unes sur les autres, à la manière de tiroirs qu'on ferait jouer sur leurs rainures, sans le rejeter comme impossible, je n'admets pas du tout ce déplacement, dans la circonstance dont il s'agit. L'espèce de coïncidence que semblent montrer un certain nombre de filons tient tout simplement, selon moi, à la manière dont les couches, en s'infléchissant, se sont brisées, car si, d'un côté, on cherche à rapprocher par la pensée quelques uns de ces filons, qui semblent le résultat d'un déplacement des couches, à la manière des failles, d'un autre, on ne pourrait le faire sans déranger ceux de ces filons qui traversent les mêmes bancs sans interruption, ou sans déplacer doublement ceux qui semblent le résultat d'un dérangement inverse. (*Voy.* pl. XI, fig. 11, où j'ai cherché, par des exemples dessinés sur place, à réunir les différents accidents qui s'y présentent en opposition avec ceux du banc calcaire qui les recouvre.) J'engage donc nos collègues de la Savoie à revoir cette intéressante localité avec la plus grande attention. Quoi qu'il en soit de cette divergence d'opinions, peu importante quant aux conséquences à en tirer, ces injections calcaires, en pénétrant horizontalement entre les strates des schistes (comme j'ai aussi cherché à l'exprimer par des lignes horizontales qui, dans la figure, indiquent autant de filons parallèles liés aux autres filons croiseurs), y forment des rubanements curieux, à nuances contrastantes, qui expliquent bien, ainsi que les injections de quartz de la montagne du Sorbier, que je citais précédemment, comment d'autres substances ont pu également venir s'intercaler latéralement dans

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'autres terrains et changer, en quelque sorte, l'ordre de succession primitive des assises.

On m'a plusieurs fois objecté que les filons spathiques des calcaires auraient bien pu se former aussi par incrustations à la manière des stalactites. D'abord on sait que ce n'est qu'au contact de l'air que les eaux de source ou d'infiltration abandonnent le calcaire qu'elles tiennent en dissolution, en sorte que les filons d'incrustation ne pourraient guère exister que dans les couches les plus superficielles; mais pour quiconque a été à même d'observer, comme moi, des filons résultant évidemment d'infiltrations à travers les fentes et les fissures d'un terrain, le doute n'est plus possible; ces derniers filons sont toujours irréguliers, interrompus et remplis de vides qui tiennent précisément à la manière dont le dépôt calcaire s'y est formé, et l'on peut affirmer, rien qu'à voir l'homogénéité constante que montrent en général, au contraire, les filons qui relient les masses calcaires, qu'ils n'ont pas été engendrés de cette manière.

Gypses éruptifs et métamorphiques.—Je ne terminerai pas ce que j'avais à dire sur les calcaires, sans ajouter que je regarde aussi le sulfate de chaux comme ayant eu souvent une origine ignée et que, pour moi, la grande formation des gypses du lias de la Bourgogne et des autres provinces orientales de la France est le résultat de la pénétration des marnes irisées par un sulfate de chaux éruptif. A voir, en effet, la manière dont les filons de gypse fibreux s'endosmosent dans tous les sens à travers la masse argileuse; à voir comment le gypse grenu en boules ou en masses plus ou moins continues se trouve réparti et mélangé dans cette masse, je ne vois guère qu'une introduction par voie éruptive qui puisse expliquer ce gisement singulier; car l'hypothèse d'une formation aqueuse ne me paraîtrait pas soutenable, et celle qui admettrait la transformation des éléments calcaires du sol par des émanations sulfureuses qui l'auraient traversé ne semble guère, en présence de toutes ces circonstances, plus probable pour le cas dont il s'agit. J'étais donc désireux de vérifier si les gypses de la Savoie n'avaient pas une origine analogue; mais je dois déclarer franchement qu'après avoir examiné ceux des environs de Moutiers, je me range à l'opinion généralement reçue, et je les regarde comme étant bien certainement le résultat de la transformation de la masse calcaire en gypse, par suite de la réaction d'émanations sulfureuses qui en ont chassé l'acide carbonique. C'est là encore un autre genre de métamorphisme évident,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

qu'on ne peut nier et qui paraît s'être très développé en Savoie et en Piémont.

Il pourra peut-être paraître singulier à quelques personnes que je range aussi le gypse parmi les matières éruptives; mais il me semble qu'après tout ce qui a été dit relativement au calcaire et à tant d'autres substances facilement décomposables par la chaleur, à l'air libre et sans compression, et dont, pour cette raison, l'origine ignée a été longtemps contestée, il n'y a aucune difficulté à admettre que le gypse puisse avoir eu une semblable origine. Nous avons décrit, M. Boblaye et moi, des filons très puissants de gypse d'un beau blanc grenu à grains très fins et mêlé de quelques teintes rosâtres, qui existent près du village de Potamos, dans la vallée de la Kéléphina en Laconie (Morée), au milieu des schistes anciens (1) et que certainement je n'hésiterais plus aujourd'hui, en raison de toutes les circonstances qu'ils présentent, à regarder comme le résultat d'une éruption gypseuse.

Bitumes éruptifs. — J'ajouterai encore ici à ce que j'ai déjà dit relativement aux mines d'asphalte des bords du Fier, que l'origine des bitumes, en général, n'est pas due, comme le pensent encore quelques personnes, à la transformation de débris organiques, mais bien à des éruptions par émanations qui, en pénétrant à travers les grès, les marnes argileuses et les calcaires de cette contrée, par exemple, les ont aussi modifiés à leur manière (2).

---

(1) *Voy.* p. 126 de l'ouvrage cité précédemment.

(2) Je ne crois pas inutile non plus de rappeler en substance, pour les personnes qui voudraient étudier la question des asphaltes, qui paraissent si abondants en Savoie, ce que je disais dans mon article Bitumes du *Dictionnaire pittoresque des sciences naturelles*, publié de 1833 à 1834. « On a beaucoup discuté, jusqu'ici, sur l'origine des bitumes, et imaginé de nombreuses hypothèses pour expliquer cette origine; mais aucune ne paraît bien satisfaisante et ne répond qu'à une partie des conditions de leur existence. Plusieurs savants ont pensé qu'ils résultaient de la décomposition des débris organiques, et deux chimistes distingués de l'Allemagne, MM. Turner et Reichenbach, ont fait dernièrement des théories pour prouver qu'ils proviennent de la distillation des houilles, et il faut avouer que la similitude de certains bitumes avec ceux que l'on peut extraire de la houille leur donne un certain air de probabilité.

» Mais lorsqu'on vient à envisager le phénomène dans son ensemble et qu'on étudie attentivement toutes les circonstances qui accompagnent d'ordinaire le gisement du bitume, qu'on examine ces rapports fréquents avec les terrains salifères et gypseux, avec les salses, les sources thermales

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Notes sur les roches d'imbibition.

Je ne terminerai pas mes communications sans vous entretenir un instant d'une certaine classe de roches problématiques fort curieuses, qui appartiennent encore éminemment à la série des

---

et minérales, qu'on tient compte de sa présence dans beaucoup de roches ignées et volcaniques, où il entre en quelque sorte comme élément ; qu'enfin il est souvent mélangé au soufre, au cuivre pyriteux, à la galène, à la baryte, au calcaire, au quartz et à d'autres substances éruptives des filons, on ne peut guère lui assigner une origine différente de celle de ces substances. Les bitumes sont donc pour moi des produits éruptifs, des *substances natives*, qui peuvent devoir leur origine à un certain nombre de causes qui nous sont encore inconnues. »

J'ai appuyé cette manière toute nouvelle d'envisager les bitumes par des calculs fort simples, qui démontrent l'impossibilité d'expliquer leur formation par des hypothèses de simples réactions chimiques. Parmi les mille et une localités qu'on pourrait citer comme fournissant plus ou moins abondamment du bitume, j'ai choisi les sources de pétrole de l'île de Zante, connues depuis plus de 2,300 ans, et dont le produit annuel s'élève à plus de 100 barils de 100 kilogr., ce qui donne $2{,}300 \times 100 \times 100 = 23{,}000{,}000$ de kilogr. pour produit de ces sources. Or, comme M. de Reichenbach a reconnu, par plusieurs expériences, que chaque quintal de houille donne au plus 2 onces d'huile, il n'aurait pas fallu moins de $2{,}300 \times 100 \times 100 \times 16 = 368{,}000{,}000$ de quintaux métriques de houille pour produire cette masse effective de pétrole. Si on ajoute que ces sources devaient exister bien avant Hérodote, qui le premier en a parlé, qu'elles sont loin de paraître épuisées, que la quantité de pétrole recueillie n'est probablement qu'une minime partie de celui qu'elles produisent en réalité, on voit que toutes les houillères d'Angleterre réunies n'auraient pu suffire à alimenter, par leur distillation lente, les seules sources de Zante, qui ne fournissent cependant guère plus de la *quatre-centième* partie de la quantité de bitume qui se recueille annuellement aux environs de Bakou, et cependant aussi, les sources de naphte de Rangoun, dans le Pégu, suivant M. Coxe, n'en fournissent pas moins de 92,781 tonneaux par an ; et cependant encore, l'Amérique ne paraît pas moins riche en sources d'asphalte et de naphte que l'Asie et l'Europe, et tout en me bornant à rappeler ici le fameux lac de poix de l'île de la Trinité, célèbre depuis longtemps, j'ajouterai seulement qu'il existe des sources de pétrole d'une abondance extrême sur la rivière Alléghany, en Pensylvanie, dans l'Ohio et dans le Kentucky. Ainsi, l'on voit, par le simple calcul établi ci-dessus, à quelles conséquences absurdes certaines hypothèses, qui peuvent d'abord paraître assez plausibles, conduisent quelquefois, lorsqu'elles ne sont pas discutées.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

roches métamorphiques, bien qu'elles aient été confondues jusqu'ici avec les masses plutoniques. Ces roches ont généralement une structure massive, plus ou moins trappéenne, sont ordinairement très dures, très compactes et très pesantes; elles résultent de la pénétration de quelques roches schisteuses par des matières serpentineuses ou feldspathiques qui, en surgissant à travers leurs masses, les ont pénétrées assez complétement pour leur faire perdre tout-à-fait leur structure primitive et leur communiquer leurs caractères propres. Il n'est donc pas étonnant que des roches ainsi modifiées aient pu être confondues avec les substances plutoniques modifiantes, dont elles ne diffèrent, au surplus, en apparence que par des teintes plus foncées, plus de dureté et une pesanteur spécifique plus grande.

On ne pourrait mieux se représenter le phénomène de pénétration de ces roches qu'en les comparant à des masses spongieuses qui, plongées dans un liquide, s'en trouvent complétement imbibées; c'est pourquoi je proposerai de les désigner sous le nom de *roches d'imbibition*, nom qui a l'avantage d'indiquer à la fois avec une certaine précision la manière dont leur transformation s'est opérée et de les distinguer des autres roches métamorphiques par simple injection ou par cristallisation. On conçoit facilement aussi que, dans une semblable métamorphose des roches, la matière pénétrante aurait bien pu ne pas toujours se borner à une simple assimilation mécanique, mais bien opérer aussi une véritable assimilation chimique des éléments de la roche par la fusion de celle-ci, circonstance qui rendrait alors bien difficile, sinon complétement impossible, dans beaucoup de cas, la constatation du phénomène. La fusion n'a pas toujours eu lieu cependant, et j'ai été assez heureux pour voir réapparaître sur les surfaces altérées de quelques unes de ces masses d'imbibition la structure schisteuse de la roche pénétrée, tout-à-fait comme on voit saillir et réapparaître à la surface de certains calcaires qui ont été longtemps exposés à l'air, les fossiles qu'ils renferment, bien qu'invisibles, au milieu de leur masse compacte. Ainsi, malgré la compacité et la ténacité habituelle de ces roches, les agents météorologiques avaient assez agi sur la matière pénétrante pour produire à la surface une espèce de régénération de la roche imbibée, et me permettre de reconnaître sa structure feuilletée originelle; qu'on peut arriver encore à constater d'ailleurs, lorsque les circonstances permettent d'observer, non les points de contact, mais les points de passage entre ces deux roches, c'est-à-dire les points où la pénétration a cessé d'avoir lieu. Il y a toujours là un passage insen-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sible de la roche schisteuse à la roche massive, résultat de la pénétration complète de la première.

Roche serpentineuse de Roizet (Loire).—C'est à l'aide de ces deux moyens réunis que je suis parvenu à reconnaître qu'une masse serpentineuse, qui existe à la base E.-S.-E. du mont Pilat, au lieu dit *Bourbourée*, commune de Roizet, est précisément une de ces roches d'imbibition ; ce n'était là d'ailleurs pour moi qu'une espèce de réminiscence d'une opinion analogue que je m'étais formée en 1829, en examinant les rubanements singuliers que m'offraient certaines serpentines dures de l'île de Tynos (Archipel grec), car j'avais pensé déjà à cette époque que cette espèce de structure schistoïde pourrait bien provenir de la pénétration de roches schisteuses par la serpentine, qui m'a paru en outre offrir sur plusieurs points un véritable passage aux roches schisteuses anciennes qui constituent le sol de cette île ; circonstance que je m'explique fort bien aujourd'hui ; mais cette idée avait passé alors fugitive, comme tant d'autres qui souvent naissent et meurent sur place, faute de pouvoir y trouver confirmation.

On a essayé d'exploiter, comme matière d'ornement, la roche serpentineuse de Roizet, mais sans succès, car ses couleurs sombres, sans nuances autres que de très petits filets blanchâtres n'en font pas une substance assez agréable à la vue pour compenser sa grande dureté. La masse est d'un vert foncé présentant de petits filons d'une matière blanchâtre translucide d'apparence un peu soyeuse et nacrée qui m'a paru représenter la matière serpentineuse imbibante, laquelle a dû surgir à un état de grande fluidité. J'ai pu reconnaître, dans les parties exposées à l'air, des traces évidentes de la schistosité primitive de la roche qui se montre bien mieux aux points de passage (1).

Roche d'Urfé (Loire).—Le sommet de la montagne d'Urfé, située dans l'arrondissement de Roanne et à 3 ou 4 myriamètres à l'O.-S.-O. de cette ville, n'est pas moins intéressant à visiter sous le

(1) Les marbres serpentineux sont en quelque sorte le résultat d'une pénétration analogue, mais où les masses se sont moins complétement fondues. La serpentine, en pénétrant à travers les calcaires, soit suivant les plans de stratification, soit dans toutes les fissures de manière à relier la masse et à en former une sorte de brèche, a donné lieu aux plus belles variétés de marbre, parmi lesquels figurent le *vert antique*, que l'on retrouve en Thessalie ; le *Gabbro*, des Italiens ; certains *ophicalces* de M. Brongniart, et une partie des marbres connus sous les noms de *vert de mer*, *d'Égypte*, *de Suze*, *de Florence*, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rapport géologique que sous le rapport des souvenirs historiques et littéraires que son vieux château rappelle. Il est en grande partie composé d'une très belle roche dure, compacte, massive, d'un bleu violacé, qui est encore évidemment, ainsi qu'on peut s'en assurer en suivant le plan des couches, une roche d'imbibition. J'en ai recueilli des échantillons principalement entre Urfé et Saint-Marcel, qui, par suite de l'altération de la surface, laissent non seulement apercevoir les feuillets du schiste régénéré, mais encore indiquent les inflexions que ceux-ci avaient subies.

Près du pont de la Planche-Verney, entre Saint-Marcel et Grizolles, j'ai pu facilement suivre, dans une tranchée nouvellement ouverte pour le chemin, le passage de schistes violets tégulaires et par une imbibition insensible, à une masse trappéenne des plus massives et des plus dures. On remarque souvent que ces roches imbibées sont pénétrées d'une multitude de petits filets d'un vert blanchâtre qui m'ont paru se lier avec de beaux filons verdâtres stéatiteux que j'ai observés plus à l'O., dans la carrière de la *Bombarde*, s'injectant à travers les calcaires anthraxifères, qu'ils pénètrent parfois et modifient complétement.

Plus près de Grizolles on voit les mêmes schistes violets et verdâtres tout pénétrés de feldspath passer à une masse pétrosiliceuse rubanée de zones blanchâtres et violacées; cette pénétration feldspathique m'a paru postérieure à la précédente, car on voit quelquefois des filets blancs pétrosiliceux croiser les filets verdâtres stéatiteux. Il serait très intéressant de rechercher si ces injections feldspathiques ne se lieraient pas au surgissement d'un granite blanc leptynitique, à mica noir, très remarquable, qu'on exploite à la montagne *à Péreil*, commune de Juré.

M. Gruner, qui a aussi étudié ces terrains, avec d'autres idées, décrit la montagne d'Urfé de la manière suivante dans son *Mémoire sur la nature des terrains de transition et des porphyres du département de la Loire* (1). « Urfé, près de Saint-Just-en-Chevalet, est un site très intéressant sous le rapport géologique. Si l'on part du pied méridional de la montagne pour se rendre au château d'Urfé par le hameau d'Urval, on rencontre d'abord des masses de porphyre granitoïde; au-dessus d'Urval apparaissent çà et là des schistes argileux gris-bleuâtres, enclavés au milieu des porphyres; les premiers ne semblent avoir éprouvé aucune altération; mais à mesure que l'on approche du sommet de la montagne, on voit les schistes affecter insensiblement une structure ondulée,

(1) *Ann. des mines*, 3e série, t. XIX, p. 90.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

une cassure plus cristalline, et leur dureté devient plus grande. La cime, auprès des ruines du château, est un dôme de porphyre granitoïde; mais plus à l'E., auprès du hameau d'Urfé, le sol est formé par des couches puissantes d'une roche schisteuse, homogène, extrêmement dure et tenace, à cassure esquilleuse et donnant un son très clair sous le marteau; sa couleur est le vert foncé ou le vert passant au violet sombre. La roche est traversée par un grand nombre de petites veinules d'un vert-pomme plus clair et tapissées d'un enduit très mince de pyrites de fer. A la loupe, on distingue même au milieu de la roche de très petits grains épars de pyrites.

» Les schistes ne renferment ni cristaux d'amphibole ni cristaux de feldspath. Ils appartiennent encore sans aucun doute à la formation silurienne proprement dite, mais furent très probablement modifiés après coup par quelque influence ignée. Je désignerai par la suite quelquefois cette roche, que les mineurs de Chessy appellent *corne-verte*, par le nom de *trapp*.

« Si l'on redescend maintenant de la cime du mont d'Urfé vers le N., dans la direction de Saint-Just, on voit le trapp perdre toute tendance à la schistosité, se charger insensiblement de grains feldspathiques blancs, et plus tard de paillettes de mica; enfin, sur les bords de l'Aix, près du château de Coutenson, les grains feldspathiques sont accompagnés de fragments nombreux de schistes siluriens : or, ce conglomérat, auquel les schistes arrivent par des passages insensibles, appartiennent évidemment au terrain anthraxifère. Ces diverses roches, comme le trapp proprement dit du sommet d'Urfé, sont extrêmement dures et tenaces, et ont dû être modifiées également par une action ignée prolongée et intense; souvent ils ressemblent bien plus à certains porphyres verts qu'à une roche arénacée, mais la présence des galets dans le conglomérat ne peut laisser aucun doute sur sa véritable nature. »

Roche noire des environs de Bourbon-Lancy (Saône-et-Loire). — Cette roche problématique, à structure trappéenne que j'ai étudiée sur plusieurs points, est pour moi une roche d'imbibition analogue et qui se transforme également en schistes par l'altération de la matière imbibante. Elle forme plusieurs saillies entre Saint-Agnant-sur-Loire et Périgny; la roche y est parfois pénétrée de pyrites de fer et y présente de beaux cristaux d'épidote verte (thallithe); mais ce qu'elle m'a offert de plus curieux, ce sont des injections de granite qui y ont poussé, de petits filons ou veinules qui n'ont souvent pas plus de une à deux lignes d'épaisseur. Cette

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

roche se retrouve sous différents aspects, tout le long de la petite vallée qui conduit de Périgny à Chiseul par la Feuillouse et la Fayette, aux environs de Challemoux et entre Cressy et Maltat, où M. Rozet, qui la classe dans les *trapps*, dit qu'elle prend beaucoup de développement, et il ajoute qu'à la Montagne Noire elle a une apparence de stratification bien marquée (1).

Roche noire de Noyant (Allier). — On exploite à la Pierre-Percée, commune de Noyant, pour l'entretien de la route de Moulins à Limoges, une roche également problématique, connue dans le pays sous le nom de *roche-noire* et sur l'origine de laquelle les géologues ne sont pas bien d'accord ; MM. Puvis (2) et Jules Guillemin (3), qui l'ont successivement décrite, la regardent comme une *aphanite de formation stratiforme* appartenant au terrain houiller. D'autres géologues, au contraire, en raison de sa structure trappéenne, la considèrent comme une roche éruptive. J'ai voulu la revoir pour m'assurer si, elle aussi, ne serait pas une roche d'imbibition, et je dois dire que si je n'en ai pas acquis la certitude complète, mes présomptions à son égard n'ont fait qu'augmenter.

Cette roche est généralement très dure, tenace, compacte, tantôt d'un vert foncé noirâtre, tantôt d'un gris bleu violacé ; elle est quelquefois sillonnée de très petits filets blanchâtres souvent presque imperceptibles Au premier affleurement qu'on rencontre un peu après la forge de Messarges, lorsqu'on vient de Moulins, on la voit se transformer en une masse argileuse de couleurs nuancées, d'apparence stratiforme et présentant des lames de mica verdâtre. Un peu plus loin, on la retrouve à un état plus avancé d'altération, et des filons plus durs, faisant saillie, présentent une espèce de réseau qui fait que la roche paraît se décomposer en boules.

M. J. Guillemin, qui a dirigé autrefois les mines de Fins et de Noyant, dit avoir vu passer cette roche, au Taillis-de-la-Tranche, à un grès lustré, et sous le village de Tronget à un silex noirâtre. De plus, elle se trouve intercalée dans le terrain houiller et se relève comme lui. Chaque fois qu'elle a été rencontrée dans les travaux, elle s'y est toujours montrée parallèle aux couches et semblablement inclinée. On pourrait donc supposer que ce sont les

(1) Page 76 du mémoire précédemment cité.

(2) *Annales des mines*, 1re série, t. III, p. 45.

(3) *Correspondance des élèves de l'école des mines de Saint-Étienne*, 1er numéro, p. 28 (1827).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

couches houillères qui ont été imbibées par une substance feldspathique et serpentineuse. Une circonstance qui tendrait à confirmer cette opinion, c'est que la serpentine existe non loin de là, à la montagne du Montet, et paraît y avoir surgi lors du relèvement des couches houillères. M. Dufrénoy dit à ce sujet (1) « que » les couches de houille se relèvent vers ce monticule serpenti» neux, ce qui prouve que cette roche est arrivée au jour posté» rieurement au dépôt du terrain houiller. Il est probable que » la roche noire de Noyant et du Tronget n'est qu'une consé» quence de cette expansion de serpentine, quoiqu'on ne puisse » observer directement les rapports qui lient ces deux phéno» mènes. »

Enfin, je présume que les porphyres noirs de l'Aveyron, qui forment aussi, au milieu du terrain houiller, deux masses allongées dans le sens de la stratification, et qui se lient également, suivant M. Dufrénoy, à des masses serpentineuses, viendront se ranger parmi les roches d'imbibition, et qu'il en sera encore probablement de même du porphyre noir du bassin de Brassac, qui, suivant M. Baudin, alterne d'une manière si régulière avec les couches houillères (2).

Amphibolithe grenue. — M. Rivière, dans son *Mémoire sur les roches dioritiques de la France occidentale* (3), a décrit, sous le nom d'amphibolithe grenue, une roche d'un vert foncé, très dure, très pesante, qui se trouve aux environs de Chantonnay (Vendée), et dont nous avons vu les échantillons dans sa collection. Cette roche paraît cependant se décomposer facilement et se transformer en un véritable schiste argileux foliacé ou talcschiste encore luisant, qui lui-même ne tarde pas à se transformer en une masse argileuse (entre le Pont-Charaud et la Vildé). M. Rivière pense que cette schistosité tient à un mode de désagrégation particulier de la roche dû au clivage; mais je suis porté à croire, moi, au contraire, que cette désagrégation n'est tout bonnement qu'une régénération de la roche primitive, et que ce n'est encore là qu'une masse d'imbibition.

Je pourrais citer beaucoup d'autres roches que quelques géolo-

(1) *Explication de la carte géologique de France*, par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont. t. I, p. 655.

(2) *Explication de la carte géologique de France*, par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, t. I, p. 614 et 648.

(3) *Bull. de la Soc. géol.*, t. 1, 2e série, p. 528.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

gues classent dans les masses ignées trappéennes, tandis que d'autres les rangent parmi les roches schisteuses; mais je crois devoir me borner à ajouter que je soupçonne fort que certains pétrosilex, notamment les pétrosilex rubanés, comme, par exemple, ceux des Pyrénées, du Haut-Rhin, etc., certaines eurites et phtanites, certains *Horsteins*, *Hornfels*, *Kieselschiefer* des Allemands, etc., appartiennent à cette nouvelle classe de roches d'imbibition, dont je ne doute pas que le nombre ne s'augmente bientôt, quand les géologues, une fois avertis, dirigeront leurs observations dans ce sens.

Serpentines comme roches éruptives; diorites comme roches métamorphiques. — Ce sont sans doute des passages de pénétration de serpentine analogues à ceux que je viens de décrire qui ont fait prendre le change à quelques géologues et leur ont fait supposer que cette matière pourrait bien n'être qu'une substance métamorphique par voie de fusion. Telle serait, par exemple, l'opinion de M. Gustave Rose, qui, suivant ce que m'a dit M. de Verneuil, regarderait les serpentines de l'Oural comme une transformation des schistes talqueux de cette région. Cependant, malgré sa compacité habituelle, l'origine éruptive de la serpentine m'a toujours paru des plus évidentes et bien moins problématique que celle de la plupart des diorites, qui, bien qu'essentiellement cristallines, pourraient fort bien jouer, au contraire, dans beaucoup de cas, le rôle des amphibolithes de l'île de Syra, et n'être que le résultat d'un métamorphisme extrême, ou tout au moins représenter les spilithes qui résultent évidemment de l'action des roches plutoniques, ou plutôt de celle des phénomènes ignés qui ont accompagné leur surgissement, sur les roches avoisinantes.

Je n'ai pas eu occasion, depuis que mes idées sont bien arrêtées sur le métamorphisme, d'étudier en place les roches dioritiques; cependant, à la seule inspection des collections, bien que d'ordinaire fort incomplètes, mais où j'ai pu souvent reconnaître les passages que ces roches offrent toujours plus ou moins avec les roches schisteuses qui les accompagnent, j'avoue que je ne puis m'empêcher d'en tirer la conséquence que ces masses cristallines sont le résultat, non d'épanchements plutoniques, mais du métamorphisme, et en voyant, par exemple, M. Rivière, dans son *Mémoire sur les roches dioritiques*, comprendre, non seulement les *diorites* proprement dites, mais encore des *amphibolithes*, des *éclogites*, des *hémithrènes* et la fameuse roche de *Kersanton*, je ne puis m'empêcher d'en conclure aussi qu'il a certainement confondu

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

parmi les roches d'épanchement tout au moins plusieurs roches métamorphiques, si toutefois elles ne doivent pas appartenir toutes à cette dernière classe de roches.

D'un autre côté, les descriptions géologiques bien faites, quoique par des personnes qui regardent les roches dioritiques comme d'origine éruptive, si elles ne vous conduisent pas à la conséquence contraire, sont souvent de nature à laisser bien du doute à ce sujet.

Par exemple, la description des roches dioritiques de l'arrondissement d'Olonetz par M. Komaroff me paraît présenter beaucoup de faits qui peuvent conduire à les considérer comme roches d'origine schisteuse. Ainsi, il les voit tantôt associées aux schistes argileux, tantôt à des grès, voire même avec des couches d'anthracite, et être, de plus, fréquemment schisteuses, et toujours plus ou moins en rapport avec des filons métallifères, et on voit, entre autres citations, près d'Ounatozéro, dans la partie N.-O. du district, le *schiste dioritique* renfermer du minerai de cuivre vitreux et terreux, avec de la pyrite de fer et du quartz blanc laiteux (1).

Plus récemment, M. Le Play, dans une lettre adressée d'Ekatherinbourg à M. Élie de Beaumont, dit, en parlant des roches cristallines de l'Oural (2), que « l'axe de la chaîne est formé de syénites, de diorites et de serpentines qui semblent appartenir à deux révolutions essentiellement différentes. Les syénites forment en général la partie la plus basse des régions cristallines, tandis que les sommités sont au contraire formées de diorites et de serpentines. Sur les pentes se trouvent encore, beaucoup au-dessus du niveau des syénites, des masses puissantes de roches schisteuses métamorphiques disposées symétriquement sur les flancs E. et O. du massif cristallin.

» Ainsi, en descendant vers l'O., et même en traversant la plupart des points de la ligne de faîte de l'Oural, on rencontre d'abord des schistes verts amphiboliques, qui sont tellement riches en amphibole et en feldspath oligoclase, qu'on ne peut s'empêcher de les nommer diorites schisteuses. A chaque pas que l'on fait vers l'O., on voit les schistes métamorphiques perdre quelque chose de leur aspect cristallin et se convertir en un schiste argileux qui, pendant longtemps encore, présente des retours aux types amphiboliques, talqueux, chloriteux, qui alterne souvent avec de vraies

(1) Page 30 du mémoire précédemment cité.

(2) *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, t. XIX, p. 857.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

couches de quartz gras hyalin, mais qui enfin, à une distance de 20 kilomètres environ des roches cristallines, se convertit en un schiste très terreux, friable, alternant avec des grès argileux micacés, avec des poudingues quartzeux, etc. »

Après cette description si claire, si précise des schistes cristallins de l'Oural, j'avoue qu'il me serait assez difficile d'admettre que les diorites ne fussent pas, elles aussi, le résultat d'un métamorphisme plus avancé des roches, que M. Le Play se trouve comme obligé d'appeler *diorites schisteuses;* c'est que celles-ci ne diffèrent en effet de la diorite véritable que parce qu'elles ont encore conservé leurs caractères de schistosité.

Enfin, ne pourrait-on pas supposer avec quelque raison aussi que non seulement certaines roches métamorphiques ont tout-à-fait perdu leur structure schisteuse, mais ont pu quelquefois être amenées à un état de mollesse ou de fluidité pâteuse, et que pressées alors par les couches qui les recouvraient, elles ont pu s'élever sur certains points à la manière des roches véritablement plutoniques? C'est ce que je soupçonne, par exemple, qui a eu lieu pour quelques uns des porphyres si variés des environs de Roanne, et que je suis porté à regarder comme résultat d'une modification des roches préexistantes, hypothèse à laquelle on est naturellement conduit par les nombreux passages qui existent entre les schistes argileux et ces porphyres (près Saint-Just-en-Chevalet et dans beaucoup d'autres localités de cette partie de la chaîne du Forez).

Je terminerai en rappelant aux géologues de la Savoie que l'étude des filons dans leurs rapports avec les roches et les dislocations du sol, a, en général, une très grande importance géologique qui s'accroît encore dans les pays essentiellement métamorphiques, parce qu'à défaut d'autres caractères, elle mettra souvent à même de pouvoir classer des terrains qui, n'ayant conservé aucun de leurs caractères primitifs, pourraient quelquefois l'être bien difficilement sans cela; je les engage donc, eux, qui se trouvent si bien placés pour cette étude intéressante, à s'en occuper; leurs recherches pourraient certainement donner lieu à un travail qui ne serait pas sans utilité et sans importance pour la science que nous cultivons. Quant à moi, qui me suis principalement attaché à ne faire de communications que sur des questions qui peuvent servir à l'avancement de l'étude géologique de cette intéressante contrée, je me trouverais amplement récompensé de mes travaux, si j'apprenais un jour qu'ils aient pu aider les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

naturalistes du pays à résoudre quelques uns des problèmes que nous offre la belle et majestueuse chaîne des Alpes.

M. Saluce lit une note sur le poli des roches qui sont dans le voisinage des glaciers. Suivant lui, la glace ne polit point. Les matières dures qu'elles entraînent ne peuvent que rayer et produire des stries : le poli dont il s'agit est un effet purement chimique. La glace des hautes montagnes est de l'eau, comparable par sa pureté à de l'eau distillée que le froid a congelée ; or, l'eau jouit d'autant plus de la faculté de dissoudre les substances minérales qu'elle se trouve elle-même plus pure. M. Saluce pense que c'est le pouvoir dissolvant de la glace qui unit et polit les surfaces des rochers avec lesquelles elles se trouvent en contact.

Mgr Rendu allait faire quelques observations sur la communication précédente, lorsqu'il s'aperçoit que l'heure est avancée. Le même motif ne permet pas d'entendre la lecture d'un mémoire présenté par M. le docteur Pignal, sur les dépôts erratiques des environs d'Aix.

Mgr Rendu, président, termine la session par une allocution qui est accueillie ave le plus vif enthousiasme.

« Messieurs,

» Avant de quitter ce fauteuil, où je n'avais été appelé que par votre bienveillance, permettez qu'une fois encore j'use des prérogatives qu'il me donne pour vous exprimer toute ma reconnaissance. Les honorables fonctions que j'ai remplies dans le congrès géologique de 1844 me laisseront toujours des souvenirs agréables. Je vous ai entendus, Messieurs, exposer avec clarté, discuter avec grâce, combattre avec courtoisie, et toujours défendre vos opinions avec cette politesse exquise qui ferait désirer la contradiction au lieu de la faire craindre. Que dirai-je du zèle ardent que vous avez mis à explorer la nature de notre sol bouleversé?

» J'ai entendu quelquefois révoquer en doute l'utilité des congrès scientifiques depuis quelques années si multipliés

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

en Europe; si ce doute pouvait se porter jusque sur les congrès géologiques, je n'aurais besoin, pour le repousser, que de raconter en abrégé le résultat de vos travaux. En traçant sur notre sol les régions erratiques; en retrouvant l'origine de chacun de ces rochers voyageurs qui couvrent nos vallées; en indiquant la cause qui leur a servi de véhicule; en dressant une échelle géologique pour chacune de nos montagnes; en inscrivant sur nos collines des dates d'ancienneté relative; en analysant les substances qui entrent dans la composition de notre sol; en enregistrant avec soin les phénomènes particuliers, les anomalies mêmes qui ont pu quelquefois déconcerter vos prévisions, vous avez, Messieurs, planté de nombreux jalons dans les Alpes de la Savoie. Désormais, grâce à vos soins, la science pourra s'y reconnaître et y marcher d'un pas plus assuré. Un grand génie a dit que la géologie était le paradis de l'orgueil. Sans doute il voulait parler de cette partie de la science qui ne s'occupe qu'à construire des théories plus ou moins hypothétiques, plus ou moins hasardées; mais à côté d'elle se trouve la science positive, la science des faits, la science des actes de la nature : science qui vous occupe, et dont vous étendez chaque jour le domaine. Laissons cependant l'orgueil humain se grandir à ses propres yeux, se substituer à la puissance divine, et créer ou arranger le monde à sa manière; ses conceptions sont moins dangereuses qu'on ne le pense : si l'orgueil est habile à créer, il est bien plus habile encore à détruire. Souvent, le lendemain même du jour où il s'était permis de dire: que la lumière soit faite, il est plongé dans les ténèbres les plus épaisses. Messieurs, au milieu des ruines qu'il laissera sur son passage, on retrouvera toujours l'édifice de vos travaux.

» Ne soyez pas étonnés de nous voir applaudir avec tant d'empressement à vos efforts; l'alliance la plus naturelle, et en même temps la plus nécessaire, est sans contredit l'alliance de la science et de la religion. Il fut un temps où ces deux compagnes, qui auraient dû être toujours inséparables, semblaient ne se regarder qu'avec une certaine dé-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

fiance. C'est celui où les hommes de la science, préoccupés d'un seul ordre d'idées, ne soupçonnaient même pas le lien qui unit entre elles toutes les branches des connaissances humaines. Aussi, privés du secours de cette chaîne majestueuse qui rattache la terre au ciel, ils erraient ici-bas sans trouver la route qui mène à Dieu.

» Depuis lors la science a agrandi son horizon; des hommes de génie se sont élevés à des hauteurs d'où, planant à la fois sur toutes les connaissances humaines, ils ont entrevu la pensée universelle qui préside à toutes choses. Aussi voyez la différence : il n'y a qu'un demi-siècle, un orateur chrétien, se défiant des hommes de la science, leur disait : arrêtez-vous enfin, et ne creusez pas jusqu'aux enfers. Aujourd'hui, Messieurs, rassurés sur l'inébranlable constance de notre foi, nous vous disons : creusez, creusez encore : plus vous descendrez, plus vous vous rapprocherez du grand mystère de l'impuissance de l'homme et de la vérité de la religion. Creusez donc, creusez toujours, *mundum tradidit disputationibus eorum;* et quand la science aura donné son dernier coup de marteau sur les fondements de la terre, vous pourrez, à la lueur du feu qu'il fera jaillir, lire encore l'idée de Dieu et contempler l'empreinte de sa main. »

Avant de clore la séance, la Société nomme une députation composée de MM. de Choulot (président), Bourjot Saint-Hilaire, Michelin et de Pinteville, pour porter à Sa Majesté le roi Charles-Albert l'expression de sa vive gratitude et de son admiration profonde envers un monarque qui, dans toutes les occasions, se montre le protecteur zélé des sciences et de ceux qui les cultivent, quelle que soit la patrie à laquelle ils appartiennent.

Au sortir de la séance, a eu lieu à l'Hôtel-de-Ville, sous la présidence de MM. les nobles syndics, le banquet offert par l'administration municipale aux membres de la Société géologique, et auquel ont assisté Mgr l'archevêque de Chambéry et Mgr l'évêque d'Annecy, MM. l'intendant-général et le commandant de la province, les membres de la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Société royale et académique de Savoie et ceux du conseil de ville, les chefs des diverses administrations, et les chefs des corps civils et militaires.

Après un toast porté au roi par M. le baron du Bourget, syndic de première classe, et accueilli par de nombreux vivat, et un autre toast porté à la Société géologique de France par M. le chevalier Rey, syndic de seconde classe, M. Virlet d'Aoust, prenant la parole, s'exprime ainsi au nom de la Société :

« Avant de se séparer de vous, avant de quitter ces parages si hospitaliers, la Société géologique de France éprouve le besoin de témoigner d'abord toute sa gratitude envers le souverain dont la protection éclairée lui a rendu si facile et si agréable son séjour dans ce pays; elle prie en conséquence son digne président de vouloir bien faire parvenir jusqu'aux pieds du trône les témoignages de sa vive reconnaissance.

» La Société éprouve aussi, Messieurs, le besoin de vous exposer combien elle a été touchée de l'accueil qu'elle a particulièrement reçu dans cette ville, qui lui a ouvert les portes de la Savoie. Après un séjour, que chacun de nous a trouvé beaucoup trop court, nous sommes heureux de nous voir réunis encore une fois, pour vous consacrer les derniers moments que nous avons à passer dans cette contrée. Chambéry est devenu désormais un nom cher à notre Société, qui se rappellera longtemps la brillante et fraternelle réception qui lui a été faite, et dont chacun de nous a été profondément pénétré. Recevez donc en ce jour, Messieurs, l'expression de notre reconnaissance et de la vive sympathie que nous éprouvons pour vous.

» Mgr. Rendu, et vous, Mgr. Billiet, qui avez bien voulu venir partager nos travaux et nous éclairer de vos lumières, recevez en particulier l'expression de notre gratitude pour l'extrême bonté avec laquelle vous nous avez accueillis; veuillez témoigner au clergé de la Savoie combien nous sommes reconnaissants du concours éclairé qu'il nous a partout donné. En voyant des chefs si dignes, en voyant tant de science réunie à une si haute philosophie, nous ne sommes plus étonnés de trouver le pays aussi profondément religieux; car, comme nous l'a si bien exprimé tout-à-l'heure notre illustre président, la vraie science conduit toujours à la religion.

» Et vous, MM. Sismonda et Chamousset, recevez aussi nos

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

remerciements, pour le zèle soutenu avec lequel vous avez bien voulu guider nos pas dans ces contrées; votre connaissance approfondie des localités nous a épargné bien des courses inutiles, et nous a rendu faciles des travaux déjà bien pénibles par eux-mêmes. Nous avons eu occasion d'apprécier à combien d'aménité vos connaissances étaient alliées, et chacun de nous sera heureux de penser, en quittant ces belles contrées, qu'il y laisse non seulement des confrères distingués, mais encore des amis sincères.

» Permettez-nous donc, Messieurs, de porter à la fois, comme des choses qui sont désormais inséparables dans nos souvenirs savoisiens, la santé des autorités et des habitants de Chambéry, du clergé de la Savoie, et de nos dignes présidents et secrétaires. »

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TABLEAU INDICATIF

DES DONS

REÇUS PAR

LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE,

depuis le 6 novembre 1843 jusqu'au 27 août 1844.

DONATEURS.	Ouvrages, cartes, coupes, portraits, etc.
MM.	
ARCHIAC (LE VICOMTE D').	*Etudes sur la formation crétacée des versants S.-O. et N.-O. du plateau central de la France.* 1re partie (extrait des *Annales des sciences géologiques*, 2e année). In-8°, 100 pag., 2 planch. Paris, 1843.
BALLY (VICTOR).	*Eaux thermales de Lamotte-les-Bains, arrondissement de Grenoble.* In-18, 72 pages. Paris, 1844.
BALSAMO-CRIVELLI.	*Della giacitura*, etc. (Sur un dépôt de lignite dans le grès de Romanò, Lombardie). In-8°, 9 pages. Milan, 1843.
BAUDIN (D.). . .	*Atlas faisant partie de la Statistique minérale du département du Cantal.* In-4°, 15 planches. Clermont-Ferrand, 1843.
BAUGIER ET **SAUZÉ**.	*Notice sur quelques coquilles de la famille des Ammonidées, recueillies dans le terrain jurassique des Deux-Sèvres.* Mémoire lu à la Société de statistique, le 7 février 1843. In-8°, 16 p., 4 planch. Niort.
BOUCHEPORN (DE).	*Etudes sur l'histoire de la terre et sur les causes des révolutions de sa surface.* In 8°, 394 p., 2 planch., 1 carte. Paris, Carilian-Gœury, 1844.
BOUÉ.	*Vierte general versammlung*, etc. (Rapport sur la géognosie du Vorarlberg et du cercle de l'Inn supérieur). Avec une liste des membres de la Société géognostique du Tyrol. In-8°, 70 pages, 1 carte. Inspruck, 1842.
	Statuten, etc. (Statuts de ladite Société).
	Die Saechsischen, etc. (Les filons métallifères de Saxe). Par M. Jean-Charles FREISLEBEN. In-8°, 107 p. Freiberg. 1843.
	La Turquie d'Europe. 4 vol. in-8°, avec une carte de la Turquie d'Europe. Paris, 1840.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

BRAVAIS (A.). . . *Sur les lignes d'ancien niveau de la mer dans le Finmark* (extrait des *Voyages de la commission scientifique du Nord*, etc.). In-8°, 72 pages, 1 carte.

BUCH (LÉOPOLD DE). *Ueber granit und gneuss*, etc. (Du granite et du gneiss relativement à la forme extérieure sous laquelle ces formations se montrent à la surface de la terre). In-4°, 21 p., 2 pl. Berlin, 1844.

BUTEUX. . . . . *Esquisse géologique du département de la Somme* (extrait des *Mémoires de l'Académie d'Amiens*, année 1843). In-8°, 141 p., 1 carte. Amiens, 1843.

CASTELNAU (F. DE). . . . . *Essai sur le système silurien de l'Amérique septentrionale*. Grand in-4°, 55 pag., 27 pl. Paris, P. Bertrand, 1843.

CATULLO (A.). . . *Lettera*, etc. (Lettre à M. C. Salina sur les terrains pléistocène et pliocène des Alpes Venètes). In-8°, 12 pages (Extrait du *Journal euganéen* [*Giornale Euganeo*], n° 2, 1re année).

Lettera al Sign. Ant. Villa. In-16, 15 p. Padoue, 1843.

CHARLESWORTH. *The Magazine of natural history*, dont il est éditeur. Numéros de janvier—août 1838.

COLLEGNO (DE). . *Conchiliologia fossile*, etc. (Conchyliologie fossile subapennine, avec des observations géologiques sur les Apennins et les terrains environnants). Par Jean-Baptiste BROCCHI. 2e édition, 2 vol. in-12 avec un atlas in-4° de 16 pl. Milan, 1843.

Essai d'une classification des terrains tertiaires du département de la Gironde (Extrait des *Actes de l'Académie de Bordeaux*). In-8°, 44 p. Bordeaux, 1843.

Sur les terrains diluviens des Pyrénées (Extrait des *Annales des sciences géologiques*, publiées par M. RIVIÈRE). In-8°, 61 p. Paris, 1843.

Esquisse d'une carte géologique de l'Italie. Une feuille grand-aigle. Paris, Andriveau Goujon, 1844.

DAMOUR. . . . . *Sur une obsidienne de l'Inde qui a éclaté avec détonation au moment où on la sciait*. In-4°, 3 pages (Extrait des *Comptes-rendus de l'Académie*, 1844).

Nouvelles analyses et réunion de la Mellilite et de la Humboldtilite. In-8°, 20 pages, 1 pl. (Extrait des *Annales de chimie et de physique*, 3e série, tome X).

Analyse de l'Ouwarowite. (Extrait des *Annales des mines*, 4e série, tome IV, pages 115 à 118.)

DANGER ET **FLANDIN**. . . . *De l'arsenic, suivi d'une instruction propre à servir de guide aux experts dans les cas d'empoisonnement*. In-8°, 301 p. Paris, 1841.

DARWIN (CH.). . *Report*, etc. (Rapport d'un comité désigné pour chercher les moyens de donner une base uniforme et permanente à la nomenclature de la zoologie). In-8°, 17 p. Londres, 1843.

DAUBRÉE. . . . . *Note sur le phénomène erratique du nord de l'Europe, et sur les mouvements récents du sol scandinave*. In-8°, 16 p., 1 pl. (Extrait de l'ouvrage intitulé : *Voyages en Scandinavie, en Laponie*, etc.).

Mémoire sur les dépôts métallifères de la Suède et de la Norvége. In-8°, 84 p., 4 pl. Paris, 1844 (Extrait du tome IV des *Annales des mines*, 1843).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

DELESSE (ACHILLE). *Description du traitement du cuivre par cémentation, pratiqué à l'usine de Stadtberg dans la Westphalie.* In-8°, 28 p., 1 carte (Extrait du t. I des *Annales des mines*, 1842).

DESOR (E.). . . . . *Compte-rendu des recherches de M. Agassiz, à l'hôtel des Neuchâtelois, sur le glacier inférieur de l'Aar, en* 1841 *et* 1842. In-8°, 79 pages (Extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève*, mars 1843).

L'Ascension du Schreckhorn. Par E. DESOR (Extrait de la *Revue suisse*, juin 1843). In-8°, 22 pages.

DEVILLE (CH.). . . *Observations sur le tremblement de terre éprouvé à la Guadeloupe le* 8 *février* 1843. In-4°, 52 pages. La Basse-Terre, 1843.

DUFRÉNOY ET **ÉLIE DE BEAUMONT**. . . . . Rapport fait à l'Institut sur le Mémoire de M. A. d'Orbigny, intitulé : *Considérations générales sur la géologie de l'Amérique méridionale.* Paris, 1843.

EICHWALD (EDW.). *Fauna caspio-caucasia.* In-4°, 290 pages, 40 pl. Pétersbourg, 1841.

FAVRE (ALPHONSE). *Observations sur les Diceras.* In-4°, 30 pages et 5 planches de fossiles. Genève, 1843.

FITTON (H.). . . . *Abstracts*, etc. (Extraits de Mémoires sur quelques unes des couches inférieures à la craie, situées dans le sud-est de l'Angleterre). (Extrait des *Proceedings of the geological Society of London*, vol. IV, pp. 198-210. Mai et juin 1843).

Carte de la partie méridionale de l'île de Wight.

Coupe détaillée d'une portion de la côte de cette île, près d'Atherfield.

FLANDIN (CH.). . *Procès Ponchon. Accusation d'empoisonnement par le plomb. Compte-rendu des débats des Cours d'assises de la Haute-Loire et du Puy-de-Dôme* (extrait de la *Revue scientifique et industrielle*). In-8°, 208 pages. Paris, 1843.

FOURNET. . . . . *Rapport à M. le maire de Lyon sur les observations recueillies par la commission hydrométrique.* In-8°, 8 p., 1 tableau. Lyon.

GRAFF. . . . . *Notice sur le gisement et le traitement des minerais de fer hydraté résinite des environs d'Apt*, mémoire couronné. Petit in-4°, 21 pages, 1 planche.

HAUSLAB (LE COLONEL DE). . . . . *Représentation graphique des rapports entre l'orographie, l'hydrographie et la géologie du globe terrestre.* 40 planches jésus en partie manuscrites.

HEUSCHLING (XAVIER). . . . . *Essai sur la statistique générale de la Belgique.* Grand in-8°, 116 p. Bruxelles, 1844.

HOMBRES-FIRMAS (LE BARON D'). *Observations sur la Terebratula Diphya.* (Extrait des *Mémoires de l'Académie du Gard.*) In-8°, 12 p. 1 pl., 1843.

HOPKINS (W.). . *Researches*, etc. (Recherches sur la géologie physique, 1re, 2e et 3e séries). Extraites des *Transactions philosophiques*, partie II pour 1839, partie I pour 1840, et partie I pour 1842.

JACQUEMONT (PORPHYRE). . . . . Livraisons 48 à 51 du *Voyage dans l'Inde par Victor Jacquemont pendant les années* 1828 à 1832.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

JOUFFROY (LE MARQUIS ACHILLE). *Quelques mots à MM. les directeurs du chemin de fer de Paris à Versailles* (rive gauche). In-8°, 27 pages. Paris, 1844.

LACORDAIRE. . *Mémoire sur les projets de canaux à points de partage destinés à joindre la Saône à la Meuse, à la Moselle et à la Meurthe.* In-4°, 127 pages, 5 cartes. Dijon, 1843.

LAGRÈZE-FOSSAT. . . . . . *De l'origine du gypse dans les terrains supercrétacés du bassin du sud-ouest de la France.* In-8°, 29 pages. Montauban, 1843.

LECOQ (H.). . . . . *Itinéraire de Clermont au Puy-de-Dôme, ou Description de cette montagne et de la vallée de Royat et Fontanat.* In-8°, 102 pages, 4 planches. Paris, 1836.

Chaudesaigues et ses eaux thermales. In-8°, 28 p. Paris, 1836.

LESUEUR. . . . . *Vues et coupes du cap de la Hève.* Une demi-feuille grand-aigle.

LE TOUZÉ DE LONGUEMAR. *Étude géologique des terrains de la rive gauche de l'Yonne, compris dans les arrondissements d'Auxerre et de Joigny.* In-8°, 231 pages, avec une carte pour l'intelligence de ce livre. 2 coupes, 9 pl. Auxerre, 1843.

LORTET (LE DOCTEUR). . . . . *Documents pour servir à la géographie physique du bassin du Rhône.* In-8°, 44 pages, 5 pl. Lyon, 1845.

MARTINS (CH.). . Traduction du *Cours complet de météorologie* de L.-F. Kaemtz, professeur de physique à l'université de Halle. In-18, 524 pages, 10 pl. Paris, Paulin, 1843.

Un hivernage scientifique en Laponie (extrait de la *Revue indépendante*, livraison du 25 décembre 1843). In-8°, 31 p.

MATHERON (PH.) *Catalogue méthodique et descriptif des corps organisés fossiles du département des Bouches-du-Rhône et lieux circonvoisins* (extrait du *Répertoire des travaux de la Société de statistique de Marseille*). In-8°, 269 p., 6 pl. Marseille, 1842.

MAUDUYT. . . . . . *Tableau synoptique des mammifères du département de la Vienne* (extrait du *Bulletin de la Société d'agriculture, belles-lettres, sciences et arts de Poitiers*). In-8°, 11 p., 1843.

MELLEVILLE. . . *Essai sur l'étymologie du nom des villes et villages du département de l'Aisne, et sur l'époque et les circonstances de leur fondation.* In-8°, 20 pages. 1843.

MÉRIAN (PIERRE). *Ueber die,* etc. (Sur la théorie des glaciers). In-8°, 52 p. Bâle.

MICHELIN (H.). . Livraisons 8 à 12 de son *Iconographie zoophytologique.*

Description de la *Fungia distorta* (extrait du *Magasin de zoologie, d'anatomie comparée et de paléontologie*, etc.). In-8°, 1 p., 1 pl. Paris, 1843.

MINISTRE DE LA JUSTICE. Les numéros de juin à décembre 1843 et de janvier à mai 1844 du *Journal des savants.*.

MINISTRE DE LA MARINE. *Le voyage au pôle sud, etc., sous le commandement de M. Dumont d'Urville; Physique*, t. I, 1842; *Histoire du voyage*, t. III et IV, 1842, et t. V, 1843; avec les livraisons 5-30 de l'*Atlas pittoresque*; 2-9 de l'*Atlas d'histoire naturelle, zoologie*, et 1-4 de l'*Atlas d'histoire naturelle, botanique.*

Voyage en Islande et au Groënland sous la direction de M. Paul Gaimard; littérature islandaise, par M. X. MARMIER;

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1re partie, avec les livraisons 32, 33 et 34 de l'*Atlas* qui y est joint.

MURCHISON. . . *Carte géologique d'Angleterre.* Une feuille in-4°.

NEWBOLD (LE CAPITAINE). . . . . *Notes*, etc. (Notes géologiques sur les pays de Bellary et Bijapore [Inde]). In-8°, 17 pages.

NYST. . . . . *Notice sur deux coquilles colombiennes du genre Bulimus.* In-8°, 3 pages, 1 planche.

OMALIUS D'HALLOY (D'). . . . . *Deuxième note sur la classification des races humaines.* In-8°, 24 p. (Extrait du t. XI, n° 3 des *Bulletins de l'Académie royale de Bruxelles*).

Précis élémentaire de géologie. In-8°, 790 p., 5 pl. Arth. Bertrand, 1843.

ORBIGNY (ALC. D'). *Paléontologie française, Terrains crétacés*, liv. 65-80, et *Terrains jurassiques*, liv. 14-21.

ORBIGNY (CH. D'). Livraisons 36-48 du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dont il dirige la publication.

PAILLETTE (ADR.). *Appendice à son Mémoire sur le gisement, l'exploitation et le traitement des minerais de plomb dans les environs d'Almeria et d'Adra* (Andalousie). In-8°, 54 pages (Extrait du tome XI des *Annales des mines*, 1842).

Etudes historiques et géologiques sur les gites métallifères de la Calabre et du nord de la Sicile. In-8°, 65 p., 1 pl. (Extrait des *Annales des mines*, 1842).

Observaciones, etc. (Observations chimico-minéralogiques sur les eaux de la fontaine sainte de Nava, dans les Asturies). In-8°, 4 pl. Oviedo, 1843.

PARETO (LE MARQUIS LORENZO). . . *Sulla costituzione*, etc. (Mémoire sur la constitution géognostique de la Capraja et de la Gorgona, lu au congrès de Florence en septembre 1841). In-8°, 20 p., 3 pl. (Extrait du *Giornale toscano di scienze mediche, fisiche e naturali*, n° 6, t. I, 1843).

Sopra alcune alternative di strati, etc. (Sur quelques alternatives de couches marines et fluviatiles dans les terrains de sédiment supérieur des collines subapennines. Mémoire lu au congrès de Turin). In-8°, 15 p., 1 pl. 1843.

PISSIS. . . . . *Notice sur le basalte de La Roche, et les phénomènes qui ont accompagné son apparition.* In-8°, 11 p., 1 pl. Le Puy, 1835.

Rapport fait à l'Académie des sciences sur son Mémoire intitulé : *Sur la position géologique des terrains de la partie australe du Brésil, et les soulèvements qui, à diverses époques, ont changé le relief de cette contrée.* Juillet 1843.

PROFESSEURS-ADMINISTRATEURS DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE. Les 4e livraison, t. II, et 3e livraison, t. III, des *Archives du Muséum d'histoire naturelle.*

RAULIN (VICTOR). *Notice explicative de la carte géognostique du plateau tertiaire parisien.* In-8°, 14 p. Paris, 1843.

Notice sur la disposition des terrains tertiaires des plaines de l'Allier et de la Loire, au-dessus du confluent de ces deux rivières (extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*). In-8°, 15 p., 1 pl. 1843.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

RAULIN (VICTOR). *Réponses aux objections faites par M. Pissis à la Notice sur la disposition des terrains tertiaires des plaines de l'Allier et de la Loire.* In-8°, 21 p. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.* 1844).

ROBERT (EUGÈNE). *Voyages de la commission scientifique du Nord en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux îles Feroë pendant les années* 1838, 1839 *et* 1840, etc. — *Géologie, minéralogie et métallurgie.* Par M. Eugène ROBERT. In-8°. 210 p. Paris.

Notice sur Saint-Valery-en-Caux. In-18, 40 p. Fécamp, 1843.

Vue représentant l'attérage et les côtes occidentales du Spitzberg, n° 1, et une *Vue des côtes occidentales du Spitzberg*, n° 2.

Deux planches, nos 3 et 4, représentant les *côtes occidentales du Spitzberg.*

Vue des côtes occidentales du Finmark.

Vue (n° 5) *des côtes occidentales du Finmark.*

Une planche représentant divers terrains dans la *rade de Bell-Sund* au Spitzberg, dessinée par lui.

Vue des traces anciennes de la mer, faisant partie des *Voyages en Scandinavie.*

RŒMER. . . . . *Die versteinerungen des Harzgebirges* (Sur les pétrifications et les relations géologiques du Harz). In-4°, 40 p., 12 planches. Hanovre, 1843.

SAVI (PAOLO). . . . *Sopra i carboni fossili*, etc. (Sur les charbons fossiles des terrains miocènes des maremmes de la Toscane). In-8°, 80 p. Pise, 1843.

SCACCHI (ARCANGELO). . . . . *Lezioni di geologia*, etc. (Leçons de géologie faites à l'Université des études à Naples, à la chaire de géologie, dans les mois de janvier et février 1843). In-8°, 178 p. Naples, 1843.

SCARABELLI (LUCIEN). . . . . *Di una balena*, etc. (Sur un dauphin, une baleine et de nombreuses coquilles trouvés dans les collines du Plaisantin par M. Giovani Podestà di castell' Arquato). In-18, 15 p.

SCORTEGAGNA. *Nota sopra le Nummoliti.* (Note sur les Nummulites, et réponse aux observations de M. Porro sur le même sujet), extrait des procès-verbaux de la section de zoologie, tenue en septembre 1842 à Padoue; in-4°, 8 p. Padoue, 1842.

SISMONDA (EUG.). *Memoria geo-zoologica sugli echinidi fossili del contado di Nizza.* In-4°, 71 p., 2 pl. (Extrait du vol. VI. 2e série, de l'Académie royale de Turin).

STUDER. . . . . *Lehrbuch der physikalischen*, etc. (Éléments de géographie physique et de géologie. Ire partie. La terre dans ses rapports avec les lois de la pesanteur). In-8°, 398 pag., avec planches. Berne, 1841.

Notice sur les Alpes méridionales. In-8°, 8 p. (Extrait des Communications de la Société des naturalistes de Berne, intitulées : *Mittheilungen*, etc.).

TEISSIER (LE DOCTEUR J.). . . . . *Sur l'abbé Paramelle et sur les divers moyens d'amener des eaux à Nimes.* In-8°, 176 p., 1 p. Nimes, 1842.

Études sur les divers moyens de procurer des eaux à la ville de Nimes, 2e partie. In-8°, 45 p., 1 carte. Nimes, 1843.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

VAN DER MAELEN. . . . . *Carte spéciale des chemins de fer belges ; Plan du chemin de fer de la vallée de la Vesdre, compris entre Liége et Aix-la-Chapelle ;* publiés par l'établissement géographique de Bruxelles.

WEGMANN (DE). *Ittiolitologia veronese del museo Bozziano ora anesso a quello del conte Giovambattista Gazola e di altri gabinetti di fossili veronesi con la versione latina.* In-folio, 325 p., 76 pl. Vérone, 1796.

WINTER (VAN). . *Korte geognostische*, etc. (Courte description géognostique des basaltes du Rhin-Moyen). In-8°, 24 p. Leyde, 1839.

ZIGNO (ACHILLE DE). *Atti verbali*, etc. (Procès-verbaux de la section de geologie, de minéralogie et de géographie, extraits de la quatrième réunion des savants italiens, tenue à Padoue en septembre 1842). In-4°, 55 p. Padoue, 1843.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

OUVRAGES

REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ EN ÉCHANGE

DE SES PUBLICATIONS.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de l'Académie des sciences de Berlin pour 1841). IIIe vol.

Bericht, etc. (Analyse des Mémoires présentés à l'Académie des sciences de Berlin). In-8°, de juillet 1842 à janvier 1843.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Gœrlitz). IIIe vol., 1er cahier, petit in-8°, 106 pag., 1842.

Acta Academiæ, etc. (Actes de l'Académie des curieux de la nature). Vol. XVIII, suppl. 2, et vol. XIX, part. 2.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux. Tome XII, 5e livraison, et tome XIII, 1re, 2e et 3e livraisons.

Akademischer Almanach, etc. (Almanach de l'Académie des sciences de Bavière pour l'année 1843). Petit in-8°, 128 pages.

American Journal of science and arts of Silliman. Vol. XLV, n° 1, juillet 1843.

Annales agricoles du département de l'Aisne, publiées par la Société des sciences, belles-lettres et agriculture de Saint-Quentin. In-8°, années 1833—1842, 10 vol.

Annales scientifiques de l'Auvergne, années 1841, 1842, et janvier à juin 1843.

Annales de la Société d'agriculture, de sciences, d'arts et de belles-lettres du département d'Indre-et-Loire. T. XXIII, année 1843, et n° 1 du t. XXIV, janvier—mars 1844.

Annales des mines, 6e livraison de 1842, et 1re à 5e livraisons de 1843.

The Athenæum, nos 817 à 868.

Atti, etc. (Actes de l'Académie des géorgophiles de Florence). Vol. XX, dispensa 2a et ultima, 1842.

Continuazione degli atti, etc. (Continuation des actes de l'Académie des géorgophiles de Florence). Vol. XXI. Florence, 1843.

Bericht über die verhandlungen, etc. (Compte-rendu des discussions de la Société des naturalistes de Bâle, depuis août 1840 jusqu'en juillet 1842). Bâle, 1843.

Boston Journal of natural history, vol. III, n° 4, et vol. IV, n° 1.

Bulletin de l'Académie royale des sciences de Bruxelles, tome IX, nos 9-12, et tome X, nos 1-8.

Nouveaux Mémoires de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles, tome XVI, 1843.

Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers, publiés par l'Académie royale de Bruxelles. In-4°, tome XV, 2e partie, 1841-1842.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Annuaires de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles, pour 1843 et 1844.

Instructions pour l'observation des phénomènes périodiques, publiées par l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles, le 1er décembre 1843.

Programmes des questions proposées pour les concours de 1844 et de 1845 par l'Académie royale de Bruxelles.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire, 11e année, n° 5, 14e année, nos 3-6, 15e année, nos 1-3.

Bulletin de la Société de géographie, nos 115—120 (juin—décembre 1843); nos 121—123 (janvier—mars 1844).

Grammaire et dictionnaire abrégés de la langue berbère, composés par feu Venture de Paradis, revus par P. Amédée Jaubert, pair de France, et publiés par la Société de géographie. In-8°, 236 pages. Paris, 1844.

Bulletin de la Société agricole et industrielle du département du Lot, nos 6 et 7 (juin et juillet 1842).

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, nos 80—86.

Communication, etc. (Communication du gouverneur, relative à l'exploration géologique de l'Etat de New-York). Nos 200, février 1838; 275, février 1839; 50, janvier 1840; 150, février 1841.

Annual reports, etc. (Rapports annuels des régents de l'Université de l'Etat de New-York, faits à la législature dans les mois de mars 1840, 1841, 1842 et 1843).

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences; 1843, 1er semestre, t. XVI, nos 24, 25, avec la table du t. XV; 2e semestre, t. XVII, nos 1-26; 1844, 1er semestre, t. XVIII, nos 1-24, avec la table du t. XVI.

Correspondenzblatt, etc. (Bulletin de la correspondance de la réunion wurtembergeoise d'agriculture). Année 1843, 1er, 2e et 3e cahiers.

Oversigt, etc. (Comptes-rendus des travaux de la Société royale des sciences de Danemark en 1842).

Det kongelige danske, videnskabernes, etc. (Mémoires d'histoire naturelle et de mathématiques de la Société royale des sciences de Danemark). In-4°, vol. IX, 398 p., 17 pl. Copenhague, 1842.

Censura commentationum (Jugement des questions proposées en prix par la Société royale des sciences de Danemark en 1842, et nouvelles questions que la Société propose en prix pour 1844),

L'Echo du Monde savant, 2e semestre, 1843; 1er semestre, 1844.

Histoire et Mémoires de l'Académie royale des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse, années 1839, 1840, 1841, tome VI, 1re partie.

L'Institut, nos 495—546.

Journal of the Bombay branch royal Society (n° 3, janvier 1842).

Kongl Vetenskaps-Academiens, etc. (Mémoires de l'Académie royale des sciences de Stockholm), pour l'année 1841. In-8°, 264 pages, 2 planches.

Berættelse, etc. (Rapports sur les progrès de l'astronomie dans les années 1837—1841), présentés à l'Académie royale des sciences de Stockholm par M. Selander. In-8°, 134 pages.

Arsberættelse, etc. (Rapports généraux sur les progrès de la chimie et de la minéralogie, présentés les 31 mars 1841, 1842, 1843, à l'Académie royale des sciences de Stockholm, par M. Berzélius). 3 vol. in-8°.

Arsberættelse, etc. (Rapport sur les progrès de la zoologie dans les années 1840—1842), présenté à l'Académie royale des sciences de Stockholm par M. Boheman en 1843. In-8°, 150 pages.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Arsberættelse, etc. (Rapport sur les progrès de la technologie), présenté le 31 mars 1841 à l'Académie royale des sciences de Stockholm par G.-E. Pasch. In-8°, 77 pages.

Mémoires de la Société d'agriculture, sciences et belles-lettres du département de l'Aube, nos 81—86.

Mémoires de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de Bayeux, tome 1er, in-8°, 535 pages, 2 planches. Bayeux, 1842.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, tome X, 1re partie.

Mémoires de la Société royale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille, année 1841, 1re et 2e parties.

Mémoires de l'Académie royale de Metz, XXIVe année, 1842—1843, 1re et 2e parties.

Mémoires de la Société royale des sciences, lettres et arts de Nancy pour 1842.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg. VIe série, sciences mathématiques, physiques et naturelles, tome VII. Seconde partie, sciences naturelles, tome V, 1re et 2e livraisons. Saint-Pétersbourg, 1843.

Mémoires présentés à l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg par divers savants, et lus dans ses assemblées. T. IV, 5e livr. Saint-Pétersbourg, 1843.

Recueil des actes des séances publiques de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, tenues le 31 décembre 1841 et le 30 décembre 1842.

Sur les sables aurifères en Russie, par M. Kapnunckazo (ouvrage écrit en langue russe). In-8°, 453 p., 20 pl.

Mémoires de la Société royale des sciences, arts, belles-lettres et agriculture de la ville de Saint-Quentin. In-8°, années 1831—1842, 4 vol.

Mémorial encyclopédique, nos de juin—septembre 1843, et janvier—avril 1844.

The Mining Journal, nos 409—460.

Neues jarhbuch, etc. (Nouvelles annales de minéralogie, de géognosie, de géologie et de paléontologie, publié par MM. de Léonhard et Bronn, 3e et 4e cahiers, 1842).

Neue Zeitschrift, etc. (Nouveau Bulletin du Ferdinandeum pour le Tyrol et le Vorarlberg). In-8°, 61 p., 1 carte. Inspruck, 1840.

Proceedings of the royal Society, nos 55 et 56, pour l'année 1842.

Philosophical Transactions of the royal Society of London, 1842, part. II; 1843, part. I—II.

Liste des membres de la Société royale de Londres, au 30 novembre 1842.

Revised instructions, etc. (Instructions de physique et de météorologie données par la Société royale de Londres). In-8°, 1842.

Précis analytique des travaux de l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Rouen pendant l'année 1843. In-8°, 270 p. Rouen, 1844.

Proceedings, etc. (Comptes-rendus des séances de la Société royale d'Édimbourg), nos 21 et 22, in-8°, 1843.

Proceedings, etc. (Procès-verbaux de la Société royale d'Irlande pour l'année 1841—1842), partie VI. Dublin, 1843.

Transactions of the royal Irish Academy, vol XIX, part. II. Dublin, 1843.

Proceedings, etc. (Comptes-rendus des séances de la Société géologique de Londres), nos 57 et 58, mars et novembre 1843, et nos 77—95, avec la table des matières du vol. III, et une liste des membres.

Transactions of the geological Society of London, seconde série, vol. VI, 2e partie, in-4°. Londres, 1842.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Recueil des travaux de la Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département de l'Eure, 2e série, tome III, année 1842.

Section XX de la *Carte géognostique du royaume de Saxe*, avec une description de cette section.

Statistique du département de Maine-et-Loire, publiée par la Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers, 1re partie, par M. de Beauregard, in-8o, 276 pages. Angers, 1842.

Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers; *Travaux du comice horticole de Maine-et-Loire*, 2e vol., nos 17, 18, et 3e vol., no 19.

Statistique horticole de Maine-et-Loire, 1 vol. in-8o, 210 p. Angers, 1842.

Transactions of the Cambridge philosophical Society, vol. XII, part. III, 1842.

Transactions, etc. (Mémoires de la Société royale d'Édimbourg), volume XV, 3e partie, in-4o, 167 p., 3 pl., 1 carte. Édimbourg, 1843.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

DONATEURS.	**ROCHES** ET CORPS ORGANISÉS FOSSILES.	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS.
MM.		
REQUIEN.	Deux échantillons de *Chama ammonia* (*Caprotina*, d'Orb.); *Requienia*, Matheron; deux de *Caprotina gryphoïdes*; cinq de *Caprotina Lonsdalii* (*Requienia carinata*, Math.); quatre de *Monopleura orgonensis*, Matheron.	15
HÉRICART DE THURY.	Roches des Pyrénées.	21
	Total.	34

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE PREMIER VOLUME.

(DEUXIÈME SÉRIE.)

Année 1843 à 1844.

A

Agassiz. Réponse à la Société académique de Savoie, p. 605. — Sur un nouvel oursin, le *Metaporinus Michelini*, p. 730,—sur les prétendues identités des coquilles tertiaires et vivantes, p. 744.—Observations sur le poli et les stries des roches, p. 617, 630, 639 640; — sur les glaciers et les dépôts erratiques, p. 636, 657, 643, 646, 648, 650. — Observations diverses, 626, 629, 672.

Aisne. Sur l'*Asterias constellata*, p. 208.

Algérie. Recherches de sources jaillissantes et superficielles, p. 222. — Origine des cavernes à ossements. p. 417.

Allier. Sur le relief et les limites primitives des terrains tertiaires du bassin de cette rivière, p. 46, 62, 117, 145, 177, 217.—Roche d'imbibition de Noyant, p. 850.

Alluaud. Sur le granite des Hautes-Pyrénées et les veines saillantes de sa surface, p. 578.

Alpes (problèmes relatifs à la chaîne des), p. 751.

Alpes bavaroises. Analyse d'un mémoire sur une partie de la chaîne, p. 164.

Alpes centrales de la France et de la Savoie (constitution géologique des), p. 690.

Alpes dauphinoises. Notes sur la géologie de quelques unes de leurs parties, p. 651.

Alpes lombardes. Sur leurs terrains stratifiés, p. 179.

Alpes vénitiennes. Sur plusieurs de leurs terrains calcaires, 525. — Analyse de l'ouvrage de M. Fuchs, p. 163.

Altaï. Aperçu sur la constitution géologique, p. 674.

Amphibole. Sur les différents types de cette espèce minérale, p. 528.

Andalousite transparente du Brésil, p. 20.

Angelot. Quatrième note sur l'intervention des eaux de la mer dans les phénomènes volcaniques, p. 23. — Observations sur le Vésuve, p. 25.— Sur Céphalonie, p. 28. — Réponse au mémoire de M. Alluaud sur le granite des Hautes-Pyrénées et les veines saillantes de sa surface, p. 394. — Discussions diverses, p, 268, 389.

Archiac (d'). Trace de la mer sur les côtes de la Somme, p. 60. — Discussions diverses, etc., p. 255, 296, 407, 453.

Archives. Rapport sur leur état en 1842 et 1843, p. 410.

Ardennes. Sur l'âge de la gaize et sur les nodules fossilifères du gault, p. 170. — Sur les roches porphyroïdes de Deville, p. 766, 767.

Argonne. Sur la position géognostique de la gaize, p. 171.

Asie-Mineure. Renseignements sur la géologie des îles de la côte occidentale, p. 168.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Asterias. Description d'une espèce du terrain de transition de l'Aisne, p. 208.
Attérissements artificiels par colmatage, p. 781, 782.
Aube. Terrain jurassique, p. 29.
Aude. Note sur le terrain à nummulites, p. 402.
AUDIBERT. Sur la classification du terrain à combustible de la Loire-Inférieure et sur l'âge des porphyres qui les avoisinent, p. 158.
Autriche. Cartes géologiques diverses, p. 20.
Auvergne. Sur la formation des terrains d'eau douce de ce pays, p. 68.
Axe de la terre (l') n'a jamais été déplacé, p. 644.
Axinite dans une roche fossilifère des Vosges, p. 408.
AYRAUD. Recherches des sources jaillissantes et superficielles dans l'Algérie, avec carte et coupes, pl. IV, p. 222. (Province d'Oran, p. 222. — Province d'Alger, p. 234.)

B

BEAUDOUIN (Jules). Notes sur quelques unes des applications des sciences géologiques, p. 776. — Répliques, p. 778, 780.
Bassins orographiques, hydrographiques et géologiques ; distinctions, p. 569.
BENNIGSEN-FORDER. Sur le nombre proportionnel des vallées dans le N.-E. de la France, p. 12.
BERNARD. Don d'échantillons, p. 730. — Observations, p. 779.
GESLIN (BERTRAND). Note sur les terrains à combustibles de la Loire-Inférieure, p. 268.
Bibliographie, p. 6, 44, 60, 115, 129, 134, 158, 168, 215, 267, 286, 367, 372, 575, 577, 401, 436, 473, 524, 606.
BILLIET (Mgr.). Discours sur l'état de la connaissance géologique de la Savoie, p. 607 ; — sur le goître et le crétinisme, p. 613. — Objections sur les glaciers, p. 637, 638. — Observations diverses, p. 759, 779.
Bitumes éruptifs, p. 844.
Blocs erratiques du bassin de Chambéry, p. 608, 621, 622, 631, 632, 641, 645, 646, 817, 818.
BONJEAN. Expériences et analyse des eaux d'Aix en Savoie, p. 751. — Analyse des eaux de Challes, p. 762, — Observation, p. 808.
BOUBÉE. Objections contre le métamorphisme à l'occasion des marbres italiens, et examen des faits dans les Pyrénées, p. 453. — Observations sur les brèches osseuses en filons, p. 420. — Discussions diverses, p. 594, 452, 463, 527, 573.
BOUÉ. Lettre, p. 11. — Lettre sur la réunion des naturalistes allemands à Grätz en Styrie, p. 15; — avec des observations sur les environs de Grätz, p. 16, 18. — Lettre sur divers sujets, p. 154; — contenant une note sur la probabilité de l'épuisement des mines de houille dans un avenir moins éloigné qu'on ne le croit, p. 166. — Note sur l'absence de volcans dans la Tartarie asiatique, p. 268. — Annonce d'une carte géologique du globe, p. 19, — envoi, p. 156, 154. — Mémoire à l'appui d'un essai de carte géologique du globe terrestre, p. 296.
BOURJOT. Discussions sur les phénomènes erratiques, p. 636, 647, 649. — Observations diverses, p. 774, 798, 801.
BUCH (DE). Note sur les Hémicosmites et les Caryocrinites, avec dix figures, pl. III, p. 209.
Brèches osseuses. Observations sur celles qui se présentent en filons, p. 420.
Brésil. Gisement du diamant, p. 19.
Bretagne et Vendée. Mémoire sur leurs roches dioritiques, p. 528.
Budget pour 1844, p. 176.
BUVIGNIER. Sur l'âge des *gaizes* du terrain crétacé des Ardennes et de la Meuse et sur les nodules fossilifères du gault des Ardennes, p. 170. — Note sur la géologie de la Meuse, p. 594. — Discussions diverses, p. 400.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

C

Calcaire éruptif (filons de), p. 857.
Carpathes. Fossiles tertiaires sur le revers N. de cette chaine, p. 21.
Carbel. Sur des dépressions coniques, et des roches striées par les glaciers, p. 775.
Caryocrinites. Note sur ce genre de crinoïdes, p. 209.
Cazullo. Sur des terrains calcaires des Alpes vénitiennes, p. 525.
Cavernes à ossements. Leur origine en Algérie, p. 417. — Caverne de Bauges, en Savoie, p. 818, 822.
Céphalonie. Sur des courants intérieurs d'eau de mer, p. 28.
Chambéry (réunion extraordinaire à), p. 801.
Chamousset. Sur les caractères et l'indépendance des terrains jurassique et néocomien de la Savoie, p. 787. — Observations sur le terrain à nummulites, p. 624, 627. — sur les roches polies et les blocs erratiques, p. 638, 641, 642, 646, 647. — Observations et discussions diverses, p. 671, 747, 775, 798, 806, 808, 823.
Chiron. Endiguement de l'Isère en Savoie, p. 762.
Clément-Mullet. Rapport sur les comptes présentés par le trésorier pour l'année 1843, p. 289. — Observations, p. 757, 779.
Collegno (de). Sur les terrains stratifiés des Alpes lombardes, p. 179, avec une planche (II) de coupes. (Terrain jurassique, p. 181. — Terrains crétacés, p. 197. — Terrains tertiaires, p. 204. — Remarques générales et conclusions, p. 206.) — Note sur la carte géologique de l'Italie, p. 403 et 406. — Discussions diverses, p. 393, 407, 408, 455, 462.
Comptes du trésorier, p. 11, 137, 576. 474. 597. — Rapport sur les comptes, p. 289.
Coquand. Réponse à une note de M. Gras sur l'origine des spilites du Dauphiné, avec des notes sur ceux du Var, p. 414. — Sur les terrains tertiaires de la Toscane avec 4 coupes, pl. VII, et des notes sur le terrain tertiaire de la Provence, p. 421.
Cottrau. Discussions diverses, p. 452.
Crétinisme. Sa cause dans les Alpes, p. 613, 780.

D

Daubrée. Notice sur la présence de l'axinite dans une roche fossilifère des Vosges, p. 408.
Dauphiné. Sur les spilites, p. 134, 414. — Sur les Alpes dauphinoises, p. 651. — Essai sur la constitution géologique des Alpes centrales de la France et de la Savoie, p. 690.
Davat. Sur le terrain tertiaire et les lignites des environs d'Aix en Savoie, p. 748.
Degenhardt. Traces d'oiseaux dans un grès rouge de Colombie, p. 15.
Delanoue Sur les formules des divers oxydes de manganèse, p. 270. — Discussions diverses, p. 253, 266.
Deshayes. Observations critiques sur les considérations sur la station normale comparative des animaux mollusques bivalves par M. Al. d'Orbigny, p. 105. — Réplique à la réponse de M. Al. d'Orbigny, p. 274. — Sur des mollusques lithophages, p. 455. — Observations sur les Rudistes, p. 518. — Sur des fossiles des Pyrénées (terrain tertiaire inférieur), p. 576. — Discussions diverses, etc., p. 60, 129, 253, 407, 419, 420, 452, 462.
Despine (le chevalier). Projet d'observations hydrométriques en Savoie, p. 809.
Diamant. Son gisement au Brésil, p. 19.
Diluvium. Dans les Alpes dauphinoises, 669.
Diorites considérés comme roches métamorphiques, p. 852.
Dolomie. Son changement en chaux carbonatée, p. 18; — de la montagne de la Dent-du-Chat (Savoie), p. 757. — Citée comme roche épigénique, *note*, p. 828.
Dubois de Montpereux. Signale deux terrains nummulitiques en Crimée, p. 629. — Blocs erratiques du Caucase, p. 649.
Dufrénoy. Discussions diverses, 407, 474.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Dupasquier. Théorie de la formation des eaux minérales, p. 805. — Réplique, 807, 808.
Durocher. Classification du terrain à combustible de la Loire-Inférieure; passage des schistes argileux aux roches cristallines; âge des porphyres qui avoisinent le premier, p. 140.

E

Eaux de la mer. Leur intervention dans les phénomènes volcaniques, p. 23.
Eaux minérales d'Aix en Savoie, p. 751; — sulfureuses de Challes en Savoie, p. 761; — Origine des eaux sulfureuses de la Savoie, p. 743, 753. — Théorie de la formation des eaux minérales, p. 805.
Elections. Commissions, bureau et conseil, p. 133. — Membres du conseil, p. 221. — Formation du bureau à Chambéry, p. 606.
Eléphants fossiles de la Russie, p. 646, 647, 648, 649.
Escher de la Linth. Son opinion sur le flysch, *note*, 627.
Eschricht. Influence de la nature du sol sur certaines maladies, p. 16.

F

Fauvergue. Rapport sur les archives et la gestion de l'archiviste en 1842 et 1843, p. 410. — Discussions diverses, p. 296.
Favre. Discussions diverses, 628, 640, 641, 671. — Observations, 732, 733, 737, 740, 742, 744, 745, 765, 767.
Fer oligiste écailleux, en couches de pénétration, p. 812. — Minerai de fer éruptif, 741, 742, 836.
Filons de plomb de Macot, p. 771; — de fer de pénétration d'Arvillard (Savoie), p. 812; — sur les filons en général, et le rôle qu'ils paraissent avoir joué dans les phénomènes du métamorphisme, p. 825. — Filons et injections de quartz, p. 831. — Filons et injections calcaires, p. 837.
Fitton. Observations sur le lower greensand de l'île de Wight; carte et coupes, pl. VIII et IX; — considérations générales sur le terrain néocomien, p. 438. — Discussions diverses, p. 452, 453.
Flysch. Grès de la partie supérieure du terrain nummulitique en Savoie, p. 623, 628.
Fournet. Sur les courants et les blocs erratiques diluviens, p. 641, 646. — Note sur les terrains houillers du Languedoc, p. 784.
France. Le terrain crétacé s'y divise en cinq étages, p. 41.
France (N.-E.). Nombre proportionnel des vallées, p. 12. — Division du terrain crétacé en trois étages, p. 59.
Freyer. Insectes et plantes tertiaires de Radeboy en Croatie, p. 15.
Fuchs. Analyse de son ouvrage sur les Alpes vénitiennes par M. Boué, p. 163.

G

Gaize (sur la position géogn. de la) de l'Argonne, p. 171.
Gard. Sur quelques faits des environs de Beaucaire, p. 14. — Ossements humains à Alais, p. 474. — Gisement du plomb sulfuré de Carnoulez, p. 811. — Pyrites et hydroxide de fer de St-Julien de Valgaques, p. 743. — Rivières aurifères des Cévennes, p. 821.
Genèse. Confirmée par les découvertes géologiques, p. 611.
Génin. Roches anthraxifères de la Roche-Noire en Savoie, p. 775.
Glaciers. Sur les glaciers du Spitzberg, p. 54; — du Tyrol, p. 160. — (Théorie des), p. 631.
Glocker. Saccharite (nouveau minéral) de Silésie, p. 17.
Goitre (cause du), p. 613.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Granite avec veines saillantes, dans les Hautes-Pyrénées, p. 578. — Stratifié, p. 669. — Dans les Alpes dauphinoises, p. 700. — Porphyroïde métamorphique de la Bâtie (Tarentaise), p. 766.
Gras. Réponse à une note de M. Coquand sur l'origine des spilites du Dauphiné, p. 154. — Discussions diverses, p. 669, 670, 671. — Essai sur la constitution géol. des Alpes centrales de la France et de la Savoie, p. 690.—(Terrains talqueux, granitique, anthraxifère, jurassique; spilites).
Greisen des Allemands (origine des), p. 852.
Guyot. Sur les blocs erratiques, le poli et les stries des roches, p. 622, 639, 640, 645.
Gypse, éruptif et métamorphique, p. 843.

H

Haidinger. Sur le changement de la dolomie en chaux carbonatée, p. 18. — Andalousite transparente du Brésil, p. 20.
Hauslab (de). Annonce des bassins, p. 19 et 22. — Note sur les glaciers du Tyrol, p. 160. — Sur la distinction entre les bassins orographiques, hydrographiques et géologiques, p. 569.
Hélices. Trous à la surface de roches calcaires, supposés percés par ces animaux, p. 455.
Hémicosmites. Note sur ce genre de Crinoïdes, p. 209.
Hérault. Terrain houiller de Ronjan, p. 784.
Hocheder. Gisement du diamant au Brésil, p. 19.
Hommaire de Hell. Discussions diverses, p. 420.
Houille. Probabilité de l'épuisement des mines de houille dans un avenir moins éloigné qu'on ne le croit, p. 166.
Hyalomictes (origine des), p. 852.
Humains (ossements), fossiles à Alais, p. 474.

I

Imbros (île d') dans la Thrace; citée pour ses porphyres métamorphiques, p. 850.
Isère (endiguement de l') en Savoie, p. 762, 781.
Italie. Sa carte géologique, p. 403 et 406.
Itier. Discussion, 44.

J

Jacquemoud (le baron de). Discours au nom de la Société royale acad. de Savoie, p. 604.

K

Katavothrons de la Grèce (phénomènes des), cités, p. 419.
Kobell (de). Spadaëte (nouveau minéral), p. 19.
Kroyer. Rapports entre les faunes des régions polaires et des régions tropicales, p. 15.

L

Landriot (l'abbé). Observations diverses, p. 780, 799, 824.
Lardy. Résumé d'un mémoire sur la partie de la chaîne du Jura comprise dans le canton de Vaud, p. 672.
Leblanc. Discussions, p. 255.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Levaillant. Sur l'origine des cavernes à ossements, notamment de l'Algérie et de l'Espagne, p. 417.
Leymerie. Sur le terrain jurassique du départ. de l'Aube, p. 29. — Division du terrain crétacé en trois étages, pl. I. p. 39. — Discussion, p. 44; — donne le nom d'*Epicrétacés* aux terrains à nummulites des Corbières, p. 650.
Lignites du terrain nummulitique, p. 628; — tertiaire de Sonaz, p. 748, 760; — d'Entrevernes, p. 814.
Loire. Roche serpentineuse d'imbibition de Roizet, p 842. — *id.* d'Urfé, p. 847.
Loire-Inférieure. Classification du terrain à combustible; âge des porphyres qui l'avoisinent, p. 70; *id.*, 103, 104; *id.*, 138; *id.*, 140; *id.*, 145; *id.*, 268; *id.*, 271, 272, 273. — Flore de ce terrain, p. 142.
Longuemar (de). Mémoire sur les accidents siliceux des roches comprises dans les diverses formations qui séparent le massif granitique du Morvan, des couches tertiaires et des amas diluviens, sur les bords de l'Yonne, p. 463.
Lortet. Projet d'observations hydrométriques dans le bassin du Rhône, p. 809.

M

Manganèse. Formules des divers oxydes, p. 270.
Martins. Note sur les glaciers du Spitzberg, p. 54.
Membres nouveaux, p. 5, 44, 60, 115, 129, 266, 371, 374, 377, 401, 436, 524, 606, 650, 731, 801, 813.
Meuse. Sur la géologie de ce département, p. 594. — Age de la gaize de Varennes, p. 216.
Métamorphisme. Objections présentées à l'occasion des marbres italiens, p. 453. — (Observations sur le), p. 745. — Granite métamorphique de la Bâtie; roche de Deville, p. 766, 767. — Sur le rôle que les filons en général paraissent avoir joué dans les phénomènes du métamorphisme, p. 825.
Metaporinus Michelini, Oursin fossile nouveau, p. 730.
Michelin. Discussions diverses, p. 58, 59. — Observations diverses sur le terrain nummulitique en Savoie, p. 626, 650; — *id.* à bélemnites et à végétaux, p. 797, 799. — Observations, p. 779.
Mollusques bivalves. Observations sur leur station normale, p. 105; *id.*, 121; *id.*, 274; *id.*, 288.
Murchison et de Verneuil. Note sur les équivalents du système permien en Europe, suivie d'un coup d'œil général sur l'ensemble de ses fossiles, et d'un tableau des espèces, p. 475.

N

Naples. Extrait d'un mémoire sur les environs de cette ville, p. 255.
Naxie, île de l'Archipel grec, citée pour ses roches; métamorphiques, p. 830.

O

Oiseaux (traces d') dans un grès rouge de Colombie, p. 13.
Omalius d'Halloy (d'). Discussions diverses, p. 400, 406, 420, 462; — cité, p. 833.
Oolites ferrugineuses du Mont-du-Chat, p. 738, 739, 788. — Théorie de leur formation, p. 741.
Or en paillettes du Chéran, p. 820; — du Gardon, d'Alais et de celui d'Anduze, p. 821.
Orbigny (Al. d'). Sur la division du terrain crétacé de la France en cinq étages, p. 41. — Réponse à la critique faite par M. Deshayes de ses considérations sur la station normale comparative des animaux mollusques bivalves, p. 121. — Réplique, p. 288. — Note sur l'âge de la gaize de Varennes (Meuse), p. 216. — Discussions diverses, p. 44, 115, 175, 408, 419, 452.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

P

Paris (bassin de). Recherches paléontologiques, métallurgiques et géologiques dans plusieurs localités, p. 235.
Pentremites. Description d'une nouvelle espèce des Asturies, et énonciation des espèces de ce genre, p. 213.
Petit-Cœur. Schistes talqueux, antraxifères, impressionnés et à bélemnites, p. 767, 768, 769, 797, 828.
Pinteville (de). Note sur des fossiles dans le terrain de transition de Gèdre (Hautes-Pyrénées), p. 157. — — Observations, p. 745.
Pissis. Observations sur le relief et les limites primitives des terrains tertiaires du bassin de l'Allier, en Auvergne, p. 46. — Réponse à la note lue par M. Raulin, p. 117; *id.*, p. 177. — Discussions diverses, p. 55, 68, 69, 154, 221.
Planches du Bulletin, I, 77; II, 179; III, 208; IV, 222; V, 235; VI, 255; VII, 433; VIII et IX, 451; X, 595; XI, 619; XII, 651.
Plomb (mine de) sulfuré, argentifère de Macot, p. 771; — en couches de pénétration de Macot (Tarentaise), de Carnoulez (Gard), p. 810.
Pomel. Description géologique et paléontologique des collines de la Tour-de-Boulade et du Puy-du-Teiller (Puy-de-Dôme), p. 579. — 1° Géologie, p. 580; — 2° paléontologie, p. 589; — 3° fossiles des atterissements, p. 594. — 4 coupes, pl. X.
Porphyres (âge des) de la Loire-Inférieure, p. 138; — de la Loire, p. 689. — Porphyre métamorphique de l'île d'Imbros, p. 830; — dans la chaîne du Forez, p. 854.
Prangner. Ichthyosaure en Styrie, p. 21.
Prevost (C). Traces d'anciens niveaux de la mer dans la Seine-Inférieure et de l'action des eaux dans Seine-et-Marne, p. 59. — Sur la formation des terrains d'eau douce de l'Auvergne, p. 68. — Sur des cavités, dans des calcaires de la Sicile, qu'on pourrait attribuer à des hélices, p. 455. — Discussions diverses, etc., 69, 129, 295, 452, 463.
Provence, 67, 429, 454.
Puy-de-Dôme. Description géologique et paléontologique des collines de la Tour-de-Boulade et du Puy-du-Teiller, p. 579.
Pyrénées. Sur des fossiles du terrain tertiaire inférieur, p. 576.
Pyrénées (*Basses-*). Sur la constitution géologique des environs de Bayonne, p. 573.
Pyrénées (*Hautes-*). Sur le granite et les veines saillantes qui existent à sa surface, p. 578. — Réponse à ce mémoire, p. 589. — Fossiles dans le terrain de transition de Gèdre, p. 157.
Pyrites de fer considérées comme cause première de la sulfuration des sources minérales, p. 745, 755. — Décomposition des, p. 745.

R

Raulin. Réponse aux objections contenues dans les Observations sur le relief et les limites primitives des terrains tertiaires de l'Allier par M. Pissis, p. 62. — Réplique à la réponse faite par M. Pissis, p. 145. — Réplique à la seconde réponse lue par M. Pissis, p. 217. — Note sur la flore du terrain à combustible de la Loire-Inférieure, p. 142. — Note sur la position géognostique de la gaize ou pierre morte de l'Argonne (Ardennes et Meuse), suivie de quelques considérations sur la succession des êtres organisés, p. 171. — Discussions diverses, etc., p. 55, 68, 69, 120, 170, 179, 216, 406, 461.
Règlement. Dépôt du projet de rédaction, p. 45. — Discussions, p. 575 et 576.
Rendu (Mgr). Sa théorie des glaciers, p. 631; — discussions, p. 656, 657; — roches polies et striées, p. 638, 639. — Problèmes relatifs à la chaîne des Alpes, p. 751. — Observations, p. 640, 820, 821. — Discours de clôture à la réunion de Chambéry, p. 855.
Rhône (cause de la perte du), p. 805.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Rivière. Note sur la classification du terrain à combustible de la Loire-Inférieure, p. 103; *id.*, 271; *id.*, 273. — Mémoire minéralogique et géologique sur les roches dioritiques de la France occidentale (Bretagne et Vendée), c'est-à-dire sur les roches d'épanchement qui appartiennent aux terrains du groupe carbonique (terrain du vieux grès rouge et terrains carbonifères), p. 528. — 1° Considérations préliminaires sur les différents types d'amphiboles et sur les roches dioritiques, p. 528. — 2° Description minéralogique et géologique des roches dioritiques de la France occidentale (Bretagne et Vendée), p. 540. — Résumé, p. 565. — Discussions diverses, p. 142, 145, 253, 463; — cité, p. 851, 852.

Robert (E.). Note sur les glaciers du Spitzberg, p. 54. — Traces anciennes de la mer sur les côtes de la Haute-Normandie (Seine-Inférieure), p. 56 — Action des vents de O.-N.-O. sur la direction de l'embouchure des rivières dans la Haute-Normandie (Seine-Inférieure), p. 57. — Grande ammonite dans la craie blanche des côtes de la Manche (Seine-Inférieure), p. 58. — Recherches paléontologiques, métallurgiques et géologiques, concernant plusieurs localités du bassin tertiaire de Paris, avec 15 fig., pl. V, p. 255. (1° coprolithes de Sauriens, ossements de Lophiodon, de Crocodile et de Tortue, et graines de Chara dans le calcaire grossier de Passy et de Nanterre, p. 235; 2° fer hydroxydé et manganèse hydraté à Meudon, à Paris et près Dieppe, p. 241; — 3° analogie de forme des grès de Fontainebleau et des glaces polaires, p. 248.) — Relations géologiques entre les constructions anciennes et modernes de la Haute-Normandie (Seine-Inférieure), et celles des fortifications de Paris, p. 284. — Discussions diverses, p. 56, 58, 59.

Robert (F.) et Marcel de Serres. Sur des ossements humains d'Alais (Gard), p. 474.

Roches d'imbibition, p. 845.

Roches polies et striées en place, p. 638, 659, 640, 855.

Roys (marquis de). Note sur quelques faits des environs de Beaucaire (Gard), p. 4.

Rozet. Extrait d'un mémoire sur les volcans des environs de Naples, avec 6 fig., pl. VI, p. 255. — Discussions diverses, p. 156, 255, 295. — Notes sur quelques parties des Alpes dauphinoises, p. 651. (Terrains schisteux, jurassique, crétacé, tertiaire et diluvien; spilites, lignes de soulèvements.)

Rudistes. Observations sur leurs caractères, p. 518.

S

Saccharite. Nouveau minéral de Silésie, p. 17.

Saône-et-Loire. Roches d'imbibition de Bourbon-Lancy, p. 849.

Sardes (*Etats*). Leur carte géologique, p. 785.

Sarthe. Sur l'âge du calcaire de Sablé, p. 145.

Saluce. Note sur le poli des roches, p. 855.

Savoie (réunion extraordinaire de la Société en), p. 601. — Discours sur l'état de la connaissance géologique de la Savoie, p. 607. — Promenade à la cascade de Couz, p. 615, pl. XI, fig. 1 et 2. — Excursions dans les Déserts, p. 620. — Origine des Hyalomictes, p. 852. — Sur la constitution géologique des Alpes de la Savoie, p. 690. — Terrains tertiaires et lignites d'Aix, p. 748. — Analyse des eaux d'Aix, p. 751. — Lignite de Sonaz, 760. — Analyse des eaux de Challes, 762. — Note sur l'endiguement de l'Isère, p. 762. — Observations en Tarentaise, p. 761; — *id.* aux environs d'Aix, p. 802. — Sur les caractères et l'indépendance des terrains jurassique et néocomien de la Savoie, p. 787. — Projet d'observations hydrométriques, p. 809. — Observations à Entrevernes et dans les Beauges, p. 814.

Schmitz. Analyse de son mémoire sur une partie des Alpes bavaroises par M. Boué, p. 164.

Schistes métamorphiques des Alpes dauphinoises, p. 652, 693; — à végétaux et à bélemnites de Petit-Cœur en Tarentaise, p. 767, 768, 769, 797.

Seine Inférieure. Traces d'anciens ni-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

veaux de la mer, p. 56 ; *id.*, 59. — Action des vents de O.-N.-O sur la direction de l'embouchure des rivières, p. 57. — Ammonite dans la craie blanche, p. 58. — Relations entre les constructions anciennes et modernes, p. 284.

Serpentines comme roches éruptives, p. 852.

Silex. Leur origine postérieure au terrain, p. 746, 747.

Sismonda place le terrain nummulitique de Savoie dans la craie supérieure, p. 626. — Détails sur la carte géologique des États Sardes, p. 785. — Observations diverses sur les terrains jurassiques des Alpes, p. 670, 671, 798, 799. — Discussions diverses, p. 649, 774.

Somme. Traces anciennes de la mer sur les côtes, p. 60.

Sphérosidérites, p. 746.

Sorlingues (îles). Cavités à la surface du granite, p. 249.

Soulèvements dans les Alpes dauphinoises, p. 665; — *id.* dans l'Altaï, p. 681.

Spadaëte. Nouveau minéral, p. 19.

Spilites de l'Isère, p. 134, 657, 658, 659, 725.

Spitzberg. Note sur les glaciers, p. 54.

Styrie. Observations sur les environs de Gratz, p. 15, 16, 18, 154. — Présence d'un Ichthyosaure, p. 21.

Syra, île de l'archipel Grec, citée pour ses roches métamorphiques, p. 829.

T

Tallavignes. Note sur l'Aude, p. 402.

Tartarie centrale. Absence des volcans, p. 268.

Tchihatcheff (de). Eléphants de Sibérie, p. 648. — Résumé d'un mémoire sur la constitution géologique de l'Altaï, p. 674.

Terrain anthraxifère dans les Alpes, p. 707.

Terrain crétacé dans les Alpes dauphinoises, p. 661.

Terrain épicrétacé. Nom donné au terrain nummulitique des Corbières, par M. Leymerie, p. 650.

Terrain jurassique de l'Aube, p. 29; — *id.* dans les Alpes dauphinoises, p. 654, 717. — Sur les caractères et l'indépendance de ce terrain en Savoie, p. 787.

Terrains houillers (note sur les) du Languedoc, p. 784.

Terrain néocomien (considérations sur le) de l'île de Wight, p. 438. — En Savoie, à la cascade de Couz, p. 617; — dans les Déserts, p. 622; — au Mont-du-Chat, p. 734; — sur les caractères et l'indépendance de ce terrain en Savoie, p. 787.

Terrain nummulitique en Savoie. Il est divisé en 2 parties ; les marnes bleues et le flysch, p. 625. — A Entrevernes, p. 814.

Terrain permien. Sur ses équivalents en Europe et sur l'ensemble de ses fossiles, p. 475.

Terrain tertiaire en Toscane, p. 421 ; — dans le Dauphiné, p. 664.

Thorent. Description de l'*Asterias constellata* du terrain de transition de l'Aisne, avec 3 figures, pl. III, p. 208. — Extrait d'un mémoire sur la constitution géologique des environs de Bayonne, p. 575.

Toscane. Sur les terrains tertiaires, p. 421.

Tyrol. Note, p. 159. — Sur les glaciers, p. 160.

U

Unger. Extrait de la description géologique des environs de Gratz en Styrie, par M. Boué, p. 154.

V

Vendée et Bretagne. Mémoire sur les roches dioritiques, p. 528.

Vendée. Amphibolite grenue d'imbibition de Chantonnay, p. 851.

Verneuil (de). Note sur l'âge du terrain à combustible de la Loire-Inférieure et sur celui du calcaire de Sablé (Sarthe), p. 145. — Descrip-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tion du *Pentremites Pailleti*, avec 2 fig., pl. III, et énumération des espèces du genre *Pentremites*, p. 213; — et Murchison, note sur les équivalents du système permien en Europe, suivie d'un coup d'œil général sur l'ensemble de ses fossiles, et d'un tableau des espèces, p. 475. — Discussions diverses, p. 462, 629, 647, 797, 800.

Vésuve. Observations sur ce volcan, p. 25.

VIQUESNEL. Note sur le terrain à combustible exploité à Mouzeil et à Montrelais (Loire-Inférieure), avec une planche, p. 70. *id*, 104; et 272. — Discussions diverses, 137, 138, 175, 269, 410.

VIRLET. Sur le dépôt des ossements fossiles dans les cavernes, p. 419.— Mouvements du sol en Savoie, p. 630. — L'axe de la terre n'a jamais été déplacé, p. 644. — Formation des oolites ferrugineuses, p. 741. — Sur la décomposition des pyrites, p. 745, 808. — Sur le métamorphisme, p. 745. — Roche porphyroïde de Deville, p. 766. — Sur le crétinisme, p. 780. — Sur l'endiguement de l'Isère et l'opération du colmatage, p. 781. — Sur les mines de plomb de Macot en Tarentaise, p. 810. — Sur les minerais de fer oligiste d'Arvillard en Savoie, p. 812. — Excursion à la caverne de Banges en Savoie, p. 820. — Schistes de Petit-Cœur en Tarentaise, p. 823. — Sur les filons en général et le rôle qu'ils paraissent avoir joué dans l'opération du métamorphisme, p. 825. — Note sur les roches d'imbibition, p. 845.— Discours de clôture à la réunion de Chambéry, p. 858. — Discussions sur le terrain à nummulites, p. 629, 672; — *id.* sur les phénomènes erratiques, 641, 643, 646, 649; — *id.* sur des filons calcaires en Savoie, p. 765, 774. — Observations diverses, p. 462, 689, 753, 766, 779.

Volcaniques (*phénomènes*). Quatrième note sur l'intervention des eaux de la mer, p. 25.

Voralberg. Carte géologique, p. 22, 160.

Vosges. Axinite dans une roche fossilifère, p. 408.

W

Wight (île de). Observations sur le lower greensand de cette île, p. 458.

Y

Yonne. Accidents siliceux des formations qui séparent le massif granitique du Morvan des couches tertiaires sur les bords de cette rivière, p. 463.

Z

ZEUSCHNER. Fossiles tertiaires sur le revers N. des Carpathes, p. 21.

FIN DE LA TABLE.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ERRATA.

Page 64, *ligne* 19, *au lieu de :* au-dessus, *lisez :* au-dessous.
Page 66, *ligne* 36, *au lieu de :* qui, *lisez :* qui les.
Page 217, *ligne* 34, *au lieu de :* au-dessus, *lisez :* au-dessous.
Page 244, *ligne* 38, *au lieu de :* inférieure, *lisez :* supérieure.
Page 402, *ligne* 1, *au lieu de :* Statuts de ladite Société, *lisez :* Statuts de la Société géologique de l'Autriche intérieure (Styrie, Carinthie, Carniole, et Haute-Autriche).
Page 488, *ligne* 30, *au lieu de :* inférieurs, *lisez :* supérieurs.
Page 619, *ligne* 36, *au lieu de :* molasse marine, *lisez :* molasse d'eau douce.
Page 742, *ligne* 3, *au lieu de :* rochers, *lisez :* roches.
Page 805, *ligne* 36, *au lieu de :* glaisine, *lisez :* glairine.
Page 806, *ligne* 18 et 22, *au lieu de :* glaisine, *lisez :* glairine.
Page 806, *ligne* 26, *au lieu de :* l'eau de charbonnières, *lisez :* l'eau des charbonnières.
Page 820, *ligne* 20, *au lieu de :* Chavaroche, *lisez :* Chavano.
Page 832, *ligne* 29, *au lieu de :* quarzite grenue, micacée et schisteuse, *lisez :* quarzite grenu, micacé et schisteux.
Page 833, *ligne* 30, *au lieu de :* de vrai granite, *lisez :* du vrai.
Page 836, *ligne* 18, *au lieu de :* le fer de celui-ci, etc., *lisez :* le fer est en partie séparé de celui-ci.
Page 843, *ligne* 38, *au lieu de :* et je les regarde, *lisez :* et que je.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC